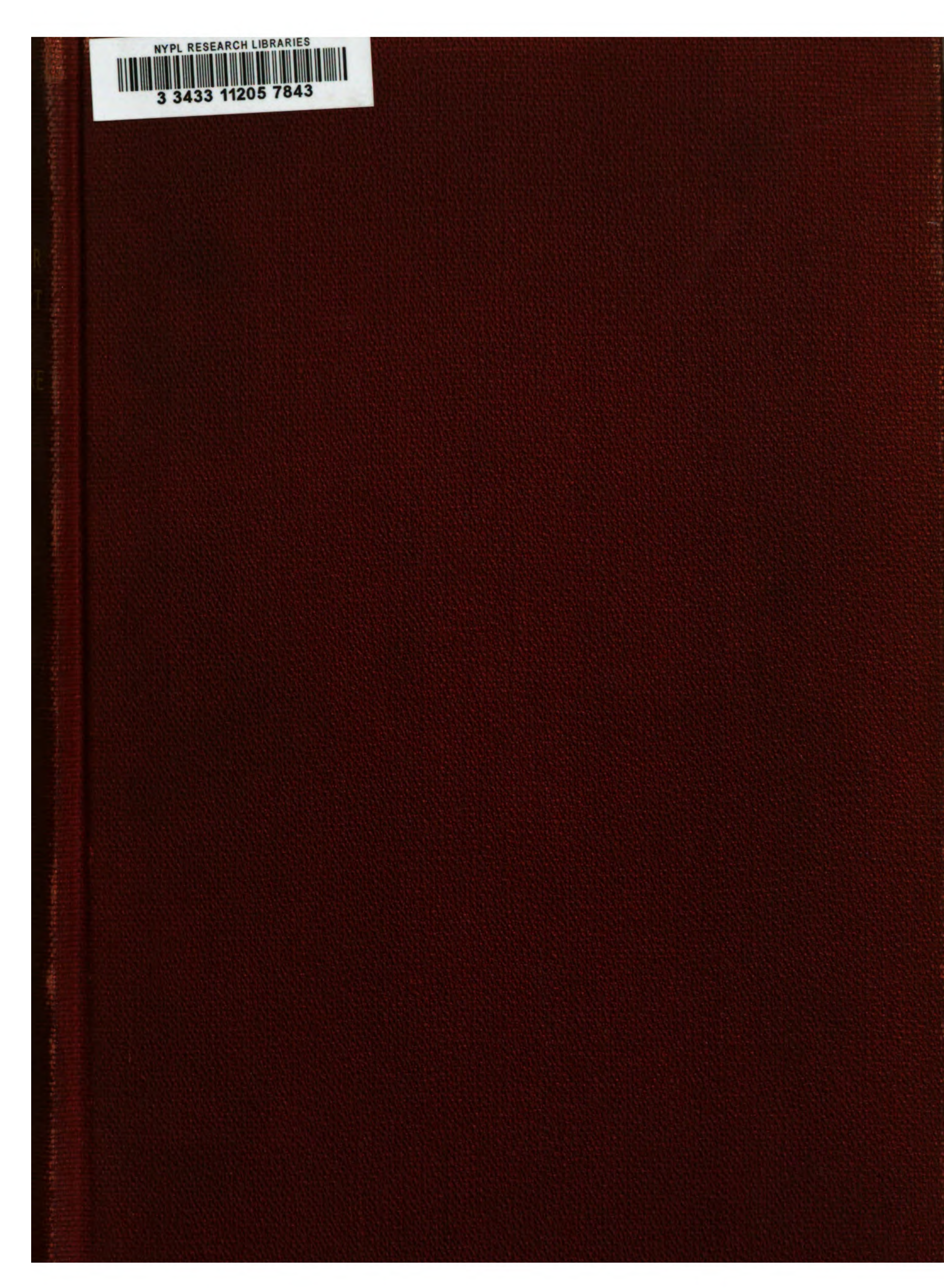
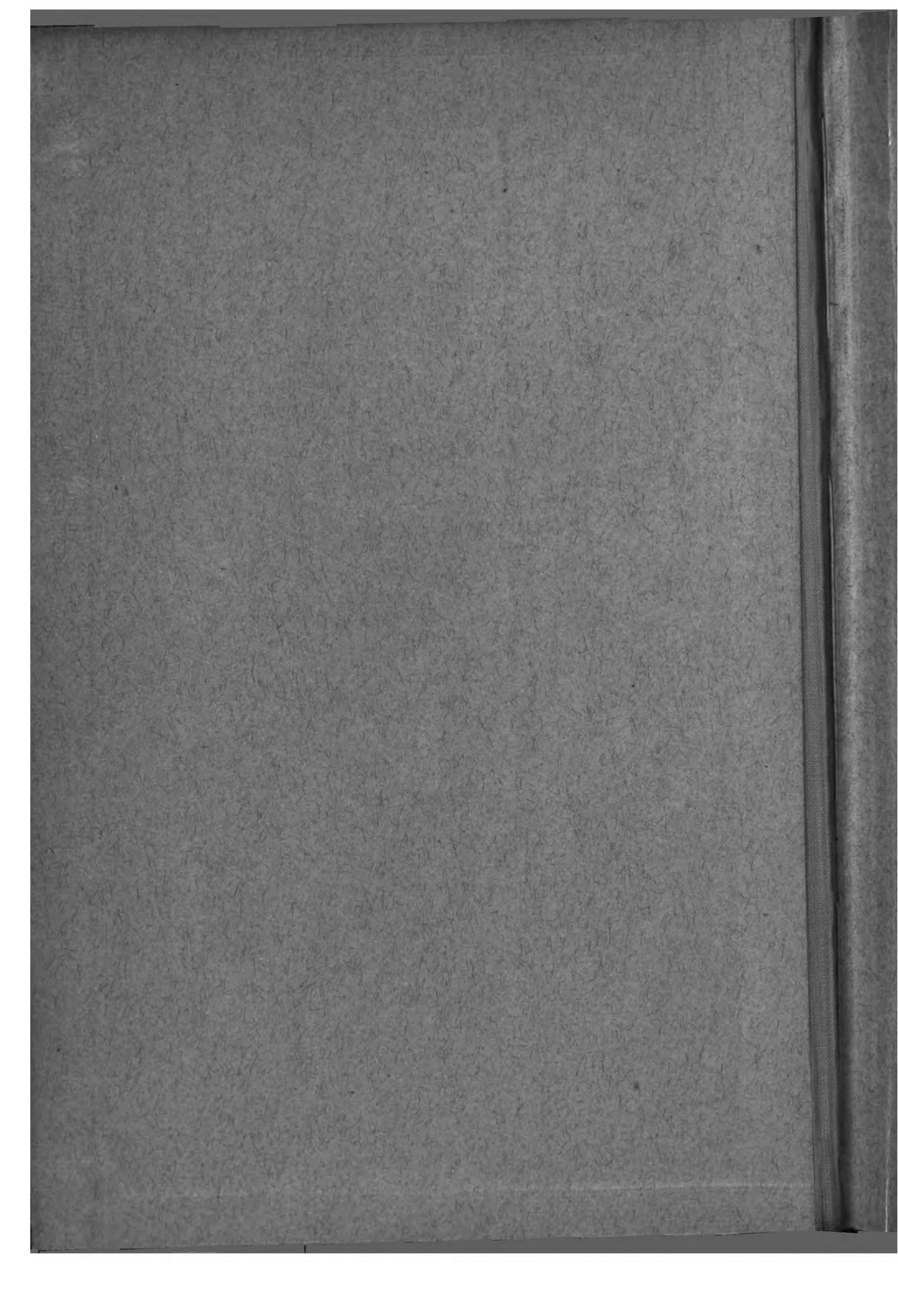
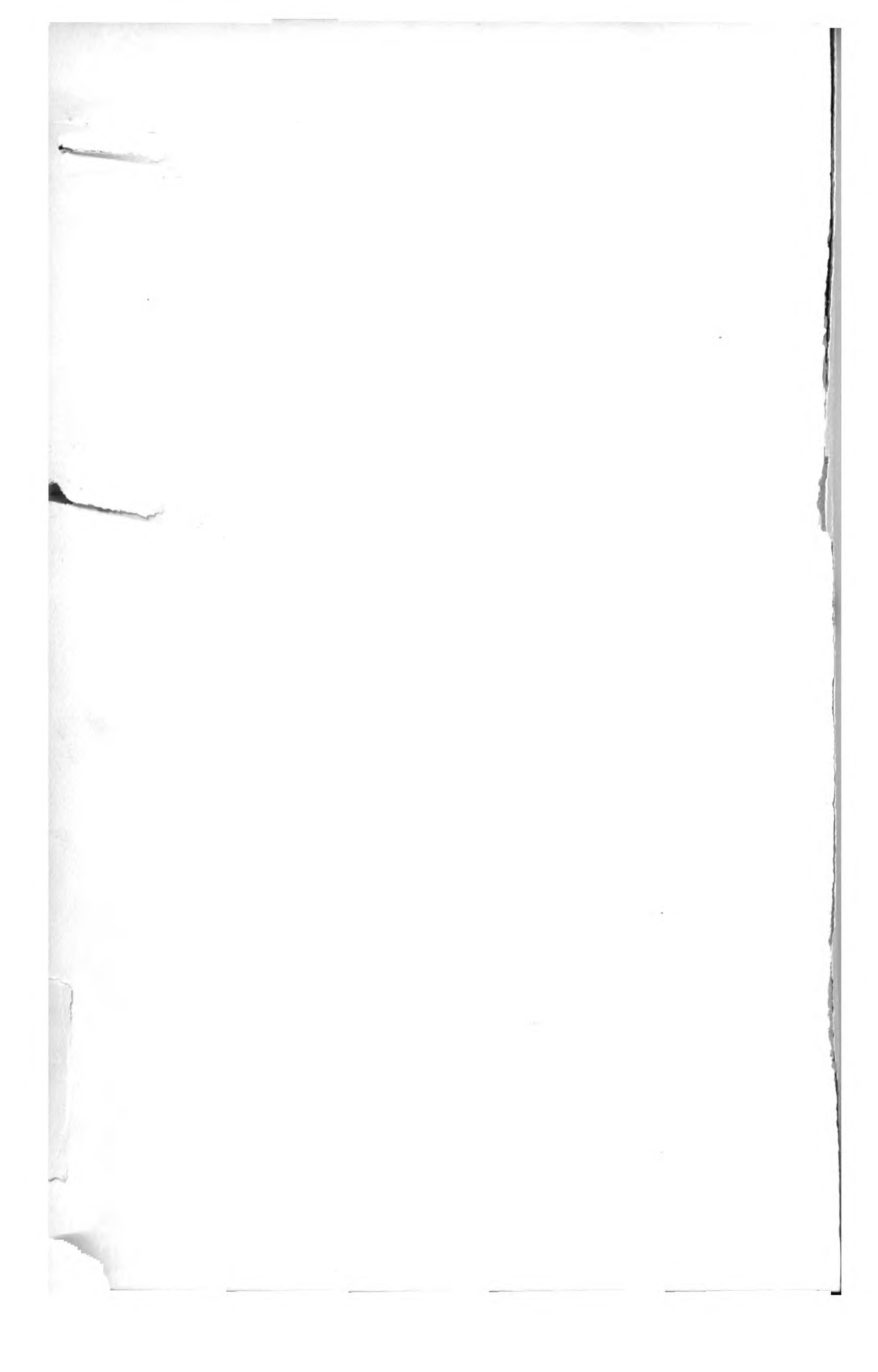
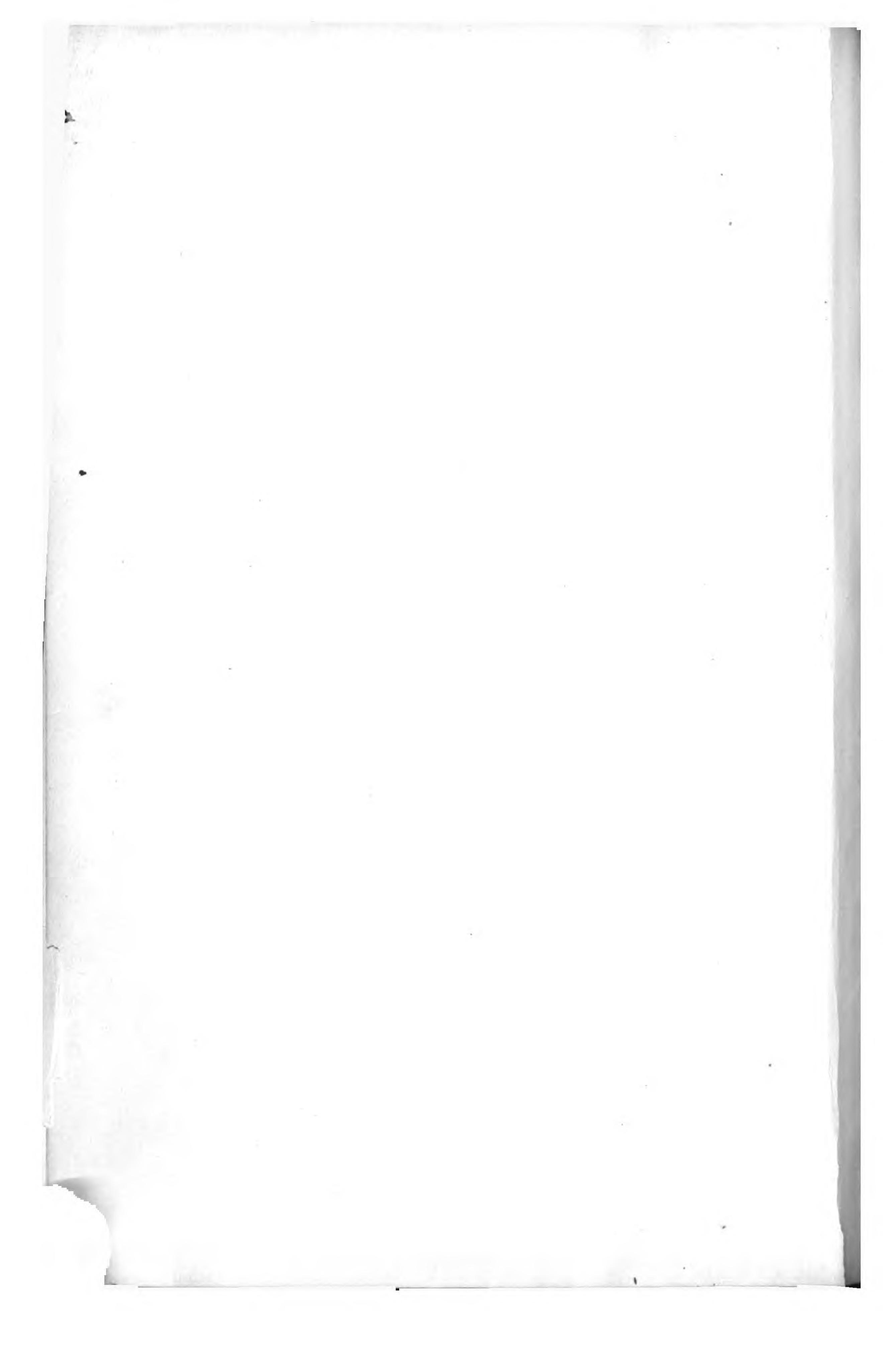

NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 11205 7843







Zeitschrift

für

Luftschiffahrt

und

Physik der Atmosphäre.

Herausgegeben

von dem

Deutschen Vereine zur Förderung der Luftschiffahrt in Berlin

und dem

Wiener Flugtechnischen Vereine.

Zugleich Organ des

Oberrheinischen Vereines für Luftschiffahrt in Strassburg.

Redigirt

von

A. BERSON.

Berlin.

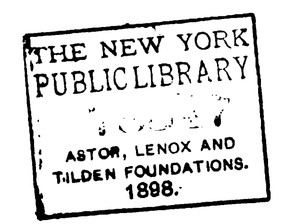
XVI. Jahrgang.

1897.

Berlin.

MAYER & MÜLLER.

1897.


THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.
1898.


THE ASTOR LIBRARY.
NY

Inhalts-Verzeichniss (Namen- und Sachregister)

zum

16. Jahrgange (1897)

der Zeitschrift für Luftschiffahrt und Physik der Atmosphäre.

Zur Nachricht.

Mit dem Jahrgange 1897 hört unsere Zeitschrift auf, die officielle Vertreterin des „Münchener Vereines für Luftschiffahrt" zu sein. Zugleich aber hat der neuentstandene „Oberrheinische Verein" gleichen Namens in Strassburg i. E., dessen Gründung wir bereits in Heft 8/9 des vorigen Jahrganges mit Freuden begrüssen konnten, die Zeitschrift zu seinem Organ erwählt.

Müssen wir auch das erste Factum, auf dessen innere und äussere Gründe wir hier nicht eingehen können, aufrichtig bedauern, wie uns das zweite zu lebhafter Befriedigung gereicht, so dürfen wir doch zweifellos der sicheren Hoffnung Ausdruck verleihen, dass alle derartigen äusserlichen Verschiebungen an der erspriesslichen Zusammenarbeit aller Vereine nach demselben Ziele hin auch in Zukunft nicht das Geringste ändern werden.

Der Bau des Registrirballons „Strassburg."

Von Hauptmann **Moedebeck**.

Wenn ich es unternehme in dieser Zeitschrift obiges Thema zu behandeln, so versteht es sich für mich von selbst, dass ich hier nicht den kostbaren Raum an Papier beanspruche, um eine allgemeine Instruction über Ballonbau zu geben, über welche heute Handbücher in genügender Zahl vorhanden sind, sondern ich beschränke mich lediglich sozusagen auf die Naturgeschichte obigen Ballons, indem ich zu Nutz und Frommen Aller die kleinen Verbesserungen und die damit gemachten Erfahrungen bekannt gebe.

Die von Paris ausgegebene Parole, die lange angestrebten internationalen Simultanfahrten am 14. November früh 2 Uhr vom Stapel zu lassen, überraschte uns in Strassburg insofern, als wir ursprünglich in sehr viel langsamerem Marschtempo der Verwirklichung dieses Zieles zustrebten. Wir hatten uns nämlich gerade die Aufgabe gestellt, für besagten Zweck grosse leichte Papierballons zu construiren, und ich persönlich war mit der Quellensuche nach einem geeigneten Material beschäftigt. Es lag aber auf der Hand, dass, als am 30. Oktober die Bitte um Inscenirung von Simultanfahrten an uns erging, wir sowohl aus patriotischem Ehrgeiz, wie andrerseits als continentale Centrale des grossen Unternehmens nicht vor den vielen Hindernissen zurückscheuen durften, welche die Betheiligung unsererseits uns in den Weg streute. Die Municenz des Statthalters der Reichslande, Sr. Durchlaucht Fürst Hohenlohe, hatte uns reichliche materielle Mittel zur Verfügung gestellt. Kurz entschlossen, liessen wir daher den Telegraphen am 30. Oktober nach allen Richtungen hin spielen, und am Sonntag den 1. November waren wir dann auch in der glücklichen Lage, unsern von R. Hertzog bezogenen Ballonstoff im Meteorologischen Landesdienstzimmer zuschneiden zu können. Der bereitwilligsten Mithülfe verschiedener Mitglieder des Oberrheinischen Vereines für Luftschiffahrt hatten wir ferner zu verdanken, dass uns überall die Wege geebnet wurden, und dass daher

am 1. November früh in den von der Stadt zur Verfügung gestellten Sälen des Schlosses mit dem Nähen der Ballons begonnen werden konnte.

Zur Prüfung und Auswahl der Ballonstoffe waren weder die erforderlichen Werkstattsvorrichtungen noch Zeit vorhanden. Der Bau musste im Vertrauen auf das bewährte Material der zur Lieferung herangezogenen Firma sofort in Angriff genommen werden. Die Ballonhülle wurde darnach in einer Grösse von 325 cbm (Durchmesser 8,5 m, Umfang 26,7 m, Oberfläche 227 qm) aus Perkale zusammengenäht. Hierzu waren bei der Stoffbreite von 108 cm 25 Bahnen erforderlich. Diese Arbeit wurde am Mittwoch den 4. November Abends durch einen Schneidermeister und 5 Näherinnen beendet.

An besonderen Einrichtungen will ich erwähnen, dass die Bahnen 2 m von der Krone ab aus doppeltem Stoff bestanden; am Ende dieser Zone befand sich ein in Meridianrichtung laufendes, 3 m langes Reissloch, welches von innen mit einem 5 cm breiten Atlasband übernäht war. Die Hülle wog ungefirnisst 23,5 kg. Der kreisrunde gesäumte Ausschnitt am oberen Pol wurde durch eine einfache, aus Eschenholz und Leder gefertigte Krone geschlossen. Am andern Polende setzte sich ein Füllansatz von 2 m Länge nnd 0,60 m Durchmesser an.

Das Netz hatte ich nach eingesandter Zeichnung bei Mülling in Bestellung gegeben. Es wurde aus russischem Hanf in 80 Maschen von 2 mm Stärke gestrickt, die in zwei Gänsefussreihen und schliesslich 10 Auslaufleinen von je 9 m Länge ausliefen. Dasselbe wog 14,9 kg. Am Donnerstag den 5. November wurde der Ballon zum ersten Male mit verdünntem Firniss von innen getränkt. Der erste Firniss wurde von Wolf in Frankfurt am Main bezogen. Eine Dichtung des Stoffes war hierdurch nicht zu erreichen, wohl aber ein gründliches Einsickern der harzigen Masse in die einzelnen Fäden. Am Sonnabend den 7. November war die Trocknung so vollkommen, dass mit der zweiten Firnisschicht hätte begonnen werden können. Leider traf infolge eines Missverständnisses das Firniss-Material an diesem Tage nicht ein, und es musste, da weiterer Aufschub verhängnissvoll geworden wäre, schliesslich am Montag den 9. November das zweite Firnissen von Aussen mit einem in Strassburg gekauften, reinen Leinölfirniss unter Zusatz von 1/4 Siccativ vollendet werden. Auch dieser Firniss hat sich übrigens gut bewährt. Alle diese Arbeiten wurden durch 3 Leute ausgeführt. Während des weiteren Trocknens wurde das dreifache Trapez gefertigt und Versuche mit dem Anker nnd der Ankersicherung angestellt. Von vornherein hatte ich die Idee aufgenommen, dass der Ballon sich beim Landen von selbst aufreissen müsse. Die in dieser Richtung beim Berliner Cirrus gemachten Versuche, welche das Fiasko seiner beiden ersten Fahrten[1])

[1]) Der „Cirrus I.“ hat bloss bei seiner ersten Auffahrt am 11. Mai 1894, wo 4 Ballons zugleich stiegen, wie es scheint, durch vorzeitiges Functioniren der Reissvorrichtung in kaum 700 m versagt, — bereits bei seiner zweiten Fahrt er-

zur Folge hatte, waren ja wenig verlockend für eine solche Einrichtung. Ich vermochte mir aber, obwohl die Construction des Cirrus in dieser Zeitschrift damals leider nicht beschrieben worden ist, eine Vorstellung davon machen, welchen Umständen die Störung der automatischen Reissvorrichtung, die schliesslich deren Aufgabe herbeiführten, zuzuschreiben sei. Die Momentbilder vom auffahrenden L'aérophile, welche Herr de Fonvielle die Güte hatte, uns zuzuschicken, zeigten mir deutlich, wie der Ballon Schwankungen von beinah 90° in der Luft machte. Es war demnach klar, dass mehrere herabhängende Leinen sich hierbei miteinander vernesteln mussten, wenn man nicht besondere Anstalten traf, sie davor zu schützen, und dass ferner ein Anker aus einer Sicherheitsfeder durch die unberechenbaren Fallstösse ebenfalls leicht herausgeschleudert und vorzeitig zur Function gebracht werden könnte, wie es vermuthlich bei der ersten Auffahrt des Cirrus eingetreten ist. Aus diesem Grunde formte ich die Aufhängung zu einem 1 cm breiten Trapezband aus Bambusstäben und leichten Schnüren und befestigte den Anker mit Leine in besonderer Führung und Sicherheitsvorrichtung unter demselben. Die Trapezkonstruktion führte zu regelmässigen Pendelungen in einer Ebene. An der obersten Stange waren die Auslaufleinen befestigt. Von dieser liefen nach unten 3 Trapeze. Im untersten befand sich der Instrumentenkorb. Die Gesammtlänge der Trapeze betrug 5 m. An der einen Trapezseite lief in Ringen die Zerreissleine, an deren Ende der Anker befestigt war.

Für den Anker entwarf ich einen sehr leichten, vierzinkigen breiten Eggentypus mit seitlichen Griffhaken (Bilder können, wenn erwünscht, geliefert werden), der unter allen Umständen mit zwei Armen fassen musste. Derselbe wurde von einem Federhaken mit schiefer Gleitfläche getragen, welcher ihn beim geringsten Stoss oder Zug frei liess, Dieser Federhaken war an der untersten Trapezstange festgebunden. Um ein vorzeitiges Entgleiten des Ankers zu hindern, war der Federhaken mit der Ankerstange durch eine trockene Weidenruthe zu einem Stück verbunden, welches an der untersten Trapezstange ohne Gefahr eines unbeabsichtigten Bruches der Ruthe pendeln konnte. Sobald indess der Anker irgendwo an- oder aufschlug, brach die Ruthe, er wurde frei und begann, wenn er gefasst hatte, seine zerreissende Thätigkeit.

Am Donnerstag den 12. November war das Ballonmaterial fertiggestellt und konnte am Nachmittag Sr. Durchlaucht dem Fürsten v. Hohenlohe gezeigt werden. Am 13. Nov. wurde er sodann mit sämmtlichen Instrumenten und Zubehör im Innern des Schlosshofes den Mitgliedern des hiesigen Vereins erklärt. Als weithin sichtbares Plakat wurde eine 6 m lange Flagge am Ballonnetz befestigt, auf welcher in deutscher, französischer,

---

reichte er 166600 m Höhe und flog in über $10\frac{1}{2}$ Stunden volle 1000 km weit bis nach Bosnien, — Höhen und Zeiten, die hernach nur durch ihn selber wieder erreicht und übertroffen worden sind. Anm. d. Red.

russischer, ungarischer, rumänischer und türkischer Sprache von Herrn Professor Euting die Warnung vor Feuersgefahr und der Hinweis auf die in einer besonderen rothen Tasche befindlichen Instruktionen in grossen Lettern aufgemalt war.

Die Füllung des Ballons geschah innerhalb einer knappen Stunde in der Nacht des 13. November von 11 Uhr 55 Min. ab bei elektrischem Lichte, welches die Elektricitäts-Gesellschaft bereitwilligst zur Verfügung gestellt hatte.

Zum Ablassen wurde eine Manövrirleine durch einen an der obersten Trapezstange befestigten eisernen Ring gezogen und allmählich nachgelassen bis der Ballon frei hing. Nachdem Alles klar gemacht und die Abfahrtzeit gekommen war, wurde die Manövrirleine an einer Seite durchschnitten. Die Auffahrt erfolgte mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von über 6 m pro Sekunde in den ersten 10 Minuten. Die Gewichte des Ballonmaterials waren folgende:

Hülle, zweimal gefirnisst	53,00	kg
Krone	0,75	„
Netz	14,90	„
Trapezaufhängung (mit Instrumentenkorb)	4,00	„
Ankeregge mit 25 m Leine und Federhaken	2,25	„
Instrument	0,90	„
Plakat mit Tasche	1,32	„
sa	77,12	kg

Die Erwartungen, welche man demgemäss an seine Leistungen stellen durfte, waren in überschläglicher Berechnung unter Annahme der Leuchtgasfüllung nach der Formel $b = \frac{P \cdot 760}{A}$, $h = 9759$ Meter.

Nach Berechnung von Dr. Hergesell erreichte der Ballon unter Berücksichtigung aller Correktionen die Höhe 7628 m. Er ist demnach hinter den Erwartungen um etwa 2000 m zurückgeblieben. Die Gründe hierfür können nicht dem Material, welches neu und gut war, zur Last gelegt werden, müssen vielmehr in Vorgängen in der Atmosphäre gesucht werden, die durch Niederschläge eine übermässige Belastung des Ballons herbeigeführt haben.

Der Ballon landete nach 1 Stunde 20 Minuten am Fusse der Hornisgründe im Schwarzwalde. Am Fundort lag er halb aufgerissen, der Anker in der Stange gebogen und an einer Schweissstelle gebrochen. Der Ballon war unverletzt, vollständig nass, in den Falten sogar voll reichlicher Wasserlachen. Dabei muss ich bemerken, dass trocknes Wetter herrschte und nur leichter Morgenthau auf der Erde lag; alles Umstände, welche die Belastung durch Niederschläge bezw. Condensationen in höchsten Schichten durchaus wahrscheinlich, wenn nicht gewiss machen.

Wellner's Versuche mit grösseren Luftschrauben.

Besprochen von **H. Hoernes.**

In der No. 35 und 36 des l. J. der Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines beschreibt Prof. Georg Wellner die von ihm mit grösseren Luftschrauben ausgeführten Versuche. Dieselben wurden von ihm in der Absicht unternommen, die Wirkungsweise grösserer Luftschrauben zu studiren und aus den Ergebnissen brauchbare Schlüsse über die möglichst richtige Bauart von tragenden Flächen für dynamische Flugmaschinen ziehen zu können. Herr Dr. Heinrich Friess, Besitzer des Gutes Horowitz in Mähren, stellte ihm zu diesem Zwecke 4000 fl. zur Verfügung.

Es wurden vorerst zwei Luftschrauben zur Ausführung gebracht, die eine rechtsgängig mit Ballonstoffüberzug, die andere linksläufig mit Aluminiumblechbelag, beide zweiflügelig, (wobei der Trägheitsradius 5 = 1·684 m war) mit einem anfänglichen Ausmass von 13·5 m², welches nach a[1] noch durch Wegnahme von Theilflächen auf 7·4 m² reducirt wurde.

Der grösste Durchmesser betrug 6 m, die grösste Breite war 4·4 m; die Schraubensteigung war constant, betrug 1·12 m und die Erzeugende eine Gerade, die unter 90° gegen die Achse gestellt war, was Wellner zwar nicht ausdrücklich erwähnt, was aber aus der Zeichnung geschlossen werden kann.

Eine volle Nabe war nicht vorhanden, dieselbe wurde durch ein eisernes Mittelstück von 0·5 m Durchmesser ersetzt und bestand aus einem Mannesmannstahlrohr von 1 m Länge, 54 mm Durchmesser und 2·5 mm Wandstärke, um welches Rohr zwei schraubenförmig gewundene, hochkantig gestellte Flacheisen, durch 8 Nebenringe befestigt waren. Jeder Flügel hatte neue, ungleich lange Radialstangen aus Ulmen-Eschen oder Spitz-Ahornholz, welche in rechtwinkeligen Löchern der Flachschinen gut eingepasst waren und mit runden Zapfen in Bohrlöchern des Mittelrohres ihre Stütze fanden. Die Stäbe waren der Schraubenfläche entsprechend windschief verdreht mit nach aussen hin allmählich abnehmenden und flacher werdenden Querschnittsprofilen. — So hatte z. B. der 5. Stab ganz nahe bei der Nabe einen Querschnitt von 40/45 mm, am Ende dagegen nur mehr einen solchen von 5/28 mm. Die Stäbe wurden oben und unten mit Ballonstoff resp. Aluminiumblechen überdeckt, die letzteren hatten 0·2 — 0·3 mm Stärke.

Die Versuche mit dieser, sowie mit der nachstehend beschriebenen Schraube fanden im Freien statt. Die Schraube wurde hier auf einer 3 m langen, 40 mm starken Spindelwelle aufgesteckt und durch einen Mitnehmer mit Hilfe einer von einer Locomobile bewegten, horizontal gelagerten Scheibe mit Riemen angetrieben. Das Ganze wurde auf eine Decimal-Wage gestellt und abgewogen. Beim Umlauf der Schraube äusserte

diese eine entsprechende Hebekraft. Nahm man nun auf der anderen Seite der Wage soviel an Gewicht weg, bis die Wage wieder im Gleichgewichte sich befand, so zeigte das weggenommene Gewicht gerade den durch die Schraube hervorgerufenen Auftrieb an.

Die Umlaufzahl der Luftschrauben wurde von 60 in der Minute allmählich auf 160 gesteigert und obwohl die Kesseldampfspannung im letzteren Falle erst auf 2·7 Atmosphären wies und das Dampfeinlassventil des Locomobils noch stark gedrosselt war, konnte die Umlaufgeschwindigkeit aus Sicherheitsgründen nicht weiter erhöht werden. Schon bei 140 und 150 Touren machte sich ein unruhiges Poltern in den Blechen und ein gefährliches Knarren des Holzgefüges am Mittelstück der Schraube bemerkbar, welches theilweise auch durch eine ungleichmässige Gewichtsvertheilung verursacht war und musste häufig in den Verbindungen nachgeholfen werden.

Die aufgewendete Arbeitsleistung der Maschine betrug für 140 und 160 Umläufe der Schraube bei 48 und 60 kg Hebekraft 1·9 bis 2·5 HP. Hierbei war $F = 12 \cdot 567$ m^2.

Der durch die Umdrehung der Schrauben erzeugte künstliche Verticalwind und die Luftbewegung im Luftraume oberhalb der Schrauben soll sehr gut zu beobachten gewesen sein, als mässiger Südwestwind den vom Kamine des Locomobiles emporsteigenden Qualm über der Schraube hinüberzog. Der Rauch wurde durch die umlaufenden Flügel von allen Seiten, insbesondere von obenher kräftig angesaugt und fast vertical nach abwärts gezogen. Das Holzgerüste und die Decimalwage wurden in Rauch gehüllt.

Ein starker Luftstrom machte sich fühlbar, welcher schliesslich zur Erde gelangend, Gras und Strauchwerk rings im Kreise nach aussen beugend, radial auseinanderfloss.

Einige Versuchsresultate mit diesen Schrauben veröffentlicht Wellner in einer graphischen Darstellung, bezüglich welcher auf die Originalabhandlung verwiesen wird. —

„Im Verlaufe der langdauernden Experimente konnte man vor Allem erkennen, wie schwierig genaue Beobachtungen sich gestalten und wie viel Zeit und Mühe und Geldaufwand es kostet, um überhaupt brauchbare Resultate zu gewinnen. Die Aluminiumfläche war der Ballonstoff-Fläche entschieden überlegen. Die anfängliche Breite und peripherische Ausdehnung der spiralförmig umgrenzten Flügelflächen brachte keinen Vortheil, indem die verkleinerten schmaleren Flügel, mit welchen zuletzt experimentirt wurde, trotz des geringeren Flächenausmasses für die gleichen Umlaufzahlen einen kräftigeren Auftrieb erzeugten. Es zeigte sich ferner, dass die Construction der Flügel gegenüber den radial wirkenden Fliehkräften, welche wegen der grossen Umlaufsgeschwindigkeiten ganz erhebliche Grössen erreichen, besonders fest sein muss. Die Hebewirkung verlangt ebenfalls eine genügende Tragkraft der Armstangen und hinsichtlich des ungleichförmigen Einflusses der zeitweilig herrschenden Luftströmungen spielt die

Steifigkeit und Widerstandsfähigkeit des Flächengefüges und der Schraubenachse gegen Biegung und Torsion eine höchst wichtige Rolle. Deutlich war bei den Versuchen zu beobachten, dass jede Unebenheit und Unregelmässigkeit der Oberfläche Schaden brachte, weil sie die Luftreibung vergrösserte und nachtheilige Wirbelbildungen verursachte."

Als Resultat seiner Versuche zählt Prof. Wellner 8 Punkte auf, von denen nur neu sind, dass die Flügel „an ihrer breitesten Stelle kaum ein Zehntel des Kreisringes und der Schrägstellungswinkel im Druckmittelpunkte etwa 3—5° betragen soll."

Alle übrigen Resultate sind schon von Jarolimek und Anderen gebracht worden. —

Interessant ist die Thatsache, wonach Wellner, der sich bekanntlich noch vor 2 Jahren sehr ablehnend gegenüber Schrauben für Luftschiffahrtszwecke verhalten hat, nun endlich zugiebt, „dass sich horizontal umlaufende Luftschrauben wegen der Einfachheit ihres Gefüges und wegen des technisch praktischen Betriebes für die Schaffung dynamischer Hebekraft zu Zwecken der Herstellung von Flugmaschinen sehr gut eignen."

Auf Grundlage der im Jahre 1895 gewonnenen Erfahrungen construirte Wellner eine neue Schraube von leichterer Bauart, kleinerer Dimension, die sich auch für rascheren Umlauf eignen soll.

„Sieben diametral laufende Ulmenholzstäbe in der Mitte (bei 30 mm Stärke) flach übereinander gelegt und durch eine obere Kappe sowie durch Holzschrauben fest zusammengehalten, sitzen auf einem kurzen Stahlrohr, worin vier quer hindurchgesteckte, in die Hölzer eingepasste Röhrchen die Mitnahme des Flügelrades bei der Drehung vermitteln. Jeder einzelne Stab, genau symmetrisch zur Achse und sorgfältig ausgeglichen, hat eine entsprechende Profilirung und Stärke, ist von der Mitte ab hochkantig schief gestellt und gegen die Enden flach auslaufend gebaut. Der erste und der letzte Stab, deren Mittellinien um 60° auseinanderstehn, besitzen zugeschärfte Aussenkanten; drei Bogenleisten sowie die Randhölzer, deren Verzapfungen eine Sicherheit gegen die Fliehkraftswirkung liefern, versteifen das Gerippe, und jederseits 26 Bohrlöcher für Riemenschrauben dienen zur Verbindung mit den Belagflächen. . . . . .

Der grösste Durchmesser des Doppelflügels beträgt 4 · 25 m, die grösste Breite 1 · 24 m. . . . . . .

Die Steigungshöhe der Schraubenfläche ist für alle Stellen gleich gross, nämlich für einen Centriwinkel von 60° 180 mm, somit für den ganzen Kreis 1 · 080 m. Die Tangenten der Steigungswinkel nehmen dementsprechend von Innen und Aussen in arithmetischer Progression ab, worüber die beigefügten drei Colonnen Aufschluss geben."

Die projicirte Flügelfläche beträgt 3 · 473 m², der Radius des Druckmittelpunktes 1 · 3304 m; der Umfang daselbst ist 8 · 357 m und der

Neigungswinkel im Druckmittelpunkte ist 7° 22'. Das Gesammtgewicht der Schraube beträgt 25 kg.

Wellner veröffentlicht in 6 Tabellen einige der mit seiner neueren Luftschraube gewonnenen Resultate. Es ist schade, dass dieselben nicht auch graphisch wiedergegeben sind, weil man, um ein richtiges Urtheil über dieselben zu bekommen, einer graphischen Darstellung nicht entbehren kann. — Trägt man sich die Resultate in ein Coordinatensystem auf, so fällt vor Allem mit nur zwei Ausnahmen eine verhältnissmässig grosse Regelmässigkeit in der Reihenfolge der Punkte auf. Wenn man bedenkt, dass die Versuche alle im Freien gemacht wurden, so muss man sich darüber wundern. Erklären kann ich mir diese Thatsache nur damit, dass Wellner diesesmal entweder nicht alle Versuchsresultate veöffentlicht hat, sondern nur eine Auslese derselben, oder damit, dass die Geschwindigkeit der Schraube gegenüber der herrschenden Windgeschwindigkeit eine sehr grosse gewesen sein muss. Interessant ist die Thatsache, dass im Allgemeinen bei geringeren Dampfspannungen verhältnissmässig grössere Auftriebe erzielt wurden als bei grösseren.

„Die neue Schraube trägt bei einem Eigengewichte von 25 kg und bei einem Flächenausmasse von 3·473 m² mit Sicherheit 60 bis 70 kg, also mehr als das $2^1/_2$ fache ihres Gewichtes und für jeden Quadratmeter 18—20 kg. Hierbei ist eine motorische Arbeitskraft von 4—5 HP erforderlich, sodass auf jede Pferdestärke 15 kg Hebekraft entfallen."

Das graphische Bild dieser Versuche ist sehr interessant zu betrachten, es lassen sich auch manche Schlüsse, die nach mehr als einer Richtung hin gewürdigt zu werden verdienen, ziehen — aber ich stehe davon ab, dieselben heute hier wiederzugeben, weil die Experimente doch noch in zu geringer Anzahl vorliegen. —

Gewiss hat aber Professor Wellner durch die Veröffentlichung dieser seiner neuen Schraubenversuche aufs Neue gezeigt, wie ernst es ihm ist, die Frage des dynamischen Fluges einer gedeihlichen Lösung zuzuführen.

Ich für meinen Theil habe seit Langem die Ansicht verfochten, dass die Schraube sich die Herrschaft im Reiche der Luft ebenso erringen wird, als sie das Wasser beherrscht.

Flugtechnische Studien.

Von **Josef Popper.**

(Fortsetzung.)

Eine kleine Rechnung giebt sofort auch die q u a n t i t a t i v e n Unterschiede zwischen gleichförmiger und intermittirender Arbeitsweise. Bekanntlich muss der Druck P auf die Luft bei Flügelniederschlag stets grösser sein, als das Gewicht des Vogels G, und zwar, wenn $t_1 = \frac{t}{n}$, wo $t = t_1 + t_2$ die Zeit der ganzen Periode des Nieder- und Aufschlags, ist $P = n \,.\, G$; der Grund ist der, dass die Beschleunigungen der Vogelmasse gerade umgekehrt sein müssen der Wirkungsdauer der Kraft der Schwere und des Flügeldrucks, wenn der Körper keine Aenderung seiner anfänglich verticalen Geschwindigkeit (z. B. 0) erleiden soll. Andererseits ist, immer senkrechte Flügelschläge und ohne gleichzeitige horizontale Bewegung des Vogels vorausgesetzt, die Secundenarbeit, oder der „Effect", $E = P \sqrt{\frac{g\,P}{\gamma\,F}}$; dieses E repräsentirt die L e i s t u n g s f ä h i g k e i t des Motors, wird „Secundenarbeit" genannt, obwohl über die factische Dauer dieser Leistungsfähigkeit, resp. ihrer Inanspruchnahme, garnichts Bestimmtes vorausgesetzt wird, und sie könnte z. B. nur $\frac{1}{10}$ oder $\frac{1}{100}$ Secunde dauern; characterisirt wird die Leistungsfähigkeit demnach durch E, genau so wie die Richtung einer krummen Linie an einem Linien-Element durch die Tangente an dasselbe, ob nun die nächsten Linien-Elemente dieselbe Richtung haben oder nicht.

Wie schon gesagt, nehmen wir P während des Niederschlags als constant an (wenn man dies nicht wollte, so müsste man allerdings das m a x i m a l e P während des Niederschlags betrachten); beim gleichförmigen, ununterbrochenen Arbeiten (z. B. mittelst Oldhamrad oder Schraube) wäre, wie bekannt $E^1 = G \sqrt{\frac{g\,G}{\gamma\,F}}$, welches E^1 immerwährend gleich bleibt, während E nur während des Niederschlages gilt; es folgt sofort $E : E^1 = n\sqrt{n} : 1$, z. B. beim Regime, wo Auf- und Niederschlag gleich lange dauern, also $t_1 = t_2 = \frac{t}{2}$ und $n = 2$ ist, wäre $E = 2\sqrt{2} \backsim 2{,}8$ mal grösser a l s E^1, a l s o m ü s s t e d e r M o t o r f a s t d r e i m a l k r ä f t i g e r g e n o m m e n w e r d e n, w e n n m a n i n t e r m i t t i r t, a l s b e i g l e i c h f ö r m i g e r A r b e i t.

Man könnte aber denken: wenn auch die Arbeit pro Zeiteinheit beim Intermittiren in gewissen Momenten, also E grösser als E^1 ist, so dauert dies doch nur einen Bruchtheil der Zeit, während die kleinere Arbeit bei gleichförmigem Regime dafür die ganze Zeit hindurch dauert; es wäre daher

vielleicht möglich, im Ganzen genommen weniger zu leisten, zu arbeiten, also weniger Brennstoff, Speisewasser, Kühlwasser oder dergl. in toto zu benöthigen und das könnte eventuell, namentlich bei länger dauernder Arbeit, von ausschlaggebender Bedeutung sein.

Nun ist die totale Arbeit, d. h. Leistung in *mkg*, bei Intermittenz offenbar ... $A = E \, . \, t_1$ (wobei stets während *hub* nicht gearbeitet werden mag), bei gleichmässigem Regime .. $A^1 = E^1 \, . \, t$, daher $A : A^1 = E \, . \, t_1 : E^1 \, . \, t$ $= n \sqrt{n} \, . \, \frac{t}{n} : t = \sqrt{n} : 1$, d. h. selbst die Totalarbeit ist bei Intermittenz grösser, also z. B. für $n = 2$ ... 1,4 mal grösser, demnach auch die durchschnittliche Arbeit $\frac{A}{t}$, also auch der Brennstoffaufwand u. s. w. Diese letztere Relation, bezüglich der durchschnittlichen Arbeit, findet sich bei Kargl, Haedicke und Parseval ebenfalls und namentlich letzterer sprach in Folge dessen dieselbe Ansicht, wie ich in meiner „Flugtechnik“, über die öconomischen Nachtheile der Intermittenz sehr präcise aus, nur, wie man aus Obigem ersieht, gingen diese Autoren noch immer nicht weit genug, da sie statt der nöthigen realen Leistungsfähigkeit des Motors nur die durchschnittliche in Rechnung brachten.

Der Unterschied zwischen diesen beiden Arten der Arbeitsbetrachtung kann in noch anderer Weise und vom weiteren Gesichtspunkte aus behandelt werden. Man kann nämlich ausgehen von der Unterscheidung zwischen äusserem und innerem Arbeitsregime, d. i. zwischen der Arbeitsausgabe (z. B. durch Flügel-Manöver) und der Arbeitsbeschaffung seitens des Motors; ersteres ist ein Vorgang, der offenbar gegenüber dem zweiten nach aussen, nämlich der umgebenden Luft, gerichtet ist, während der letztere innerhalb des fortbewegenden Systems sich abspielt.

Es können nun beide Vorgänge genau parallel gehen oder — mehr oder weniger — von einander abweichen; bei dem Vogelfluge, wo die Arbeit beim Flügelaufschlage ziemlich genau oder wenigstens der Einfachheit halber als O angenommen werden kann, ist das äussere und innere Arbeitsregime identisch, weil kein inneres Arbeitscapital während des Aufschlages aufgespeichert wird, und daher ist auch der ungünstigste Fall gegeben, d. h. die Motorgrösse ist $n\sqrt{n}$ mal grösser als bei gleichförmiger Arbeit, wobei $n = \frac{t}{t_1}$ ist und t die totale Flügelperiode und t_1 die Niederschlagszeit bedeutet.

Man kann sich aber denken, dass bei demselben äusseren Regime das innere sich mehr und mehr einem gleichförmigen nähert, z. B. dass man eine Dampfmaschine mit grosser Schwungmasse anwendet,

welche letztere während des Niederschlags grosse lebendige Kraft abgiebt, ähnlich wie bei Walzenzugsmaschinen, oder galvanische Primärbatterien mit Dynamos und Accumulatoren, wodurch also stets ein mehr oder weniger gleichmässiges inneres Regime entsteht, wobei aber stets das Gewicht des Accumulators zu dem des Motors zuzufügen ist, wenn man das „Motorgewicht“ bestimmen will; in diesem Falle hat man gegenüber der inneren Intermittenz einen öconomischen Vortheil, braucht aber, so lange die äussere Intermittenz vorhanden ist, immer noch mehr totale oder durchschnittliche Arbeit als bei gleichmässigem äusserem Regime, z. B. als bei Anwendung von Schraubenpropellern statt der Flügel; die Grenze ist nach obiger Entwicklung die Relation $\sqrt{n} : 1$, weil eben in Folge der Intermittenz die mittlere Propeller-Secundenarbeit, ganz unabhängig davon, wie sie beschafft wird, als solche $\sqrt{n}$ mal grösser ist als jene bei gleichförmigem äusserem Regime.

Wir haben also folgende scharf charakterisirte Combinationen für den äusseren und inneren Arbeitsprocess:

1. Beide Processe sind vollkommen gleichförmig während der ganzen abgeschlossenen Periode, ihre Arbeitsdiogramme sind also Rechtecke und beide Rechtecke mit gleich hohen Ordinaten; die hier nöthige Leistungsfähigkeit des Motors resp. der Kraftquelle, ist dann die denkbar kleinste, also die Sec.-Arbeit ein Minimum, sie heisse 1.

2. Inneres Regime gleichförmig, äusseres ungleichförmig; inneres Diagramm also ein Rechteck, äusseres eine Wellenlinie, oder aus mehreren horizontalen Begrenzungen bestehend von verschiedener Ordinatenhöhe (auch O); für den extremen Fall obiger Flügelschläge ist dann — für $n = \frac{t}{t_1}$ — die nöthige Leistungsfähigkeit des Motors . . $\sqrt{n}$, also auch sein Brennstoffconsum $\sqrt{n}$ mal grösser als im Falle 1.

3. Innerer und äusserer Process ungleichförmig und als eines der Extreme beide identisch, also beide Diagramme, falls obiger Flügelprocess angenommen wird, aus einem kurzen Rechteck und einer blossen geraden Linie (Ordinate O) bestehend, dann muss der Motor gebaut sein für eine Sec.-Arbeit (Leistungsfähigkeit) von $n\sqrt{n}$ und der Brennstoffconsum ist $\sqrt{n}$ mal grösser als im 1. Falle.

Zwischen 1), 2) und 3) sind natürlich Uebergangs-Anordnungen denkbar.

Der innere Grund der Ungünstigkeit von 2) und 3) gegen 1) ist aber blos für den inneren und äusseren Process ein ganz verschiedener. Der äussere Process kostet im Falle der Ungleichförmigkeit mehr Sec.-Arbeit, weil man in gewissen Zeitabschnitten mit grösserer Geschwindigkeit auf die Luft stossen muss, als es bei Fall 1) der Fall ist, und bekanntlich wächst die nöthige Sec.-Arbeit für Propeller

mit dieser Geschwindigkeit, resp. deren Cubus. Beim inneren Process aber wird bei ungleichförmigem Arbeiten der schon vorhandene Motor, resp. sein Gewicht (und Raum) in gewissen Zeitabschnitten gar nicht oder schwächer als in anderen Phasen ausgenützt, gebaut aber muss er so sein, dass er im Ganzen genommen dem äusseren Process dennoch genügt.

Diese ganze Betrachtung ist für die Conception von Flugmaschinen von grosser praktischer Wichtigkeit.

In jeder Weise ist daher das intermittirende Arbeiten unökonomisch und schliesslich kann man auch sogar eine von Loessl selbst (S. 289) angewendete Argumentation zum Beweise dessen heranziehen, denn er sagt: „. . . Er (der Vogel) kann ja auch die Arbeit unterbrechen und während der Pausen seinen flachen Körper dem Falle überlassen. Und zwar desshalb, weil bei kurzen Pausen der durch das Fallen herbeigeführte Höhenverlust unverhältnissmässig gering ist im Vergleiche zur gleichzeitigen Ersparung an Arbeit.“ Man kann nun fragen: Wie kurz dürfen diese Pausen sein? Offenbar ist deren Vortheil um so grösser, je kurzer sie sind, weil ja die Falltiefe relativ geringer wird, dann aber wäre die Fallzeit = 0 jedenfalls die günstigste, d. h. es wäre am besten, gar nicht zu fallen und gleichmässig zu arbeiten, wenn es eben möglich ist.

Anders wäre es, resp. dieser Schluss wäre nicht anwendbar, wenn es ein Optimum gäbe, d. h. eine ganz bestimmte Art von Intermittenz, bei der ein Maximum von Ersparung, d. h. ein Minimum von Arbeit, einträte, wodurch sie also öconomischer würde als das gleichförmige Arbeiten; aber das Vorhandensein einer Optimum-Aufgabe, resp. eines Minimum-Problems hat Niemand behauptet und ist auch in der That nicht anzunehmen; das Minimum an Secundenarbeit oder Leistungsfähigkeit ist eben dann vorhanden, wenn die Pausen = 0 sind.

Es ist daher gar kein Anlass vorhanden, die Natur wegen ihrer Weisheit in der „Intermittenz“ zu bewundern, wie Viele vor und mit Loessl es thun, und sie etwa nachahmen zu wollen; ganz im Gegentheile, unsere continuirlich arbeitenden Systeme werden öconomischer arbeiten, als die pulsirenden[1]).

Es erübrigt uns jetzt nur noch, die oben citirte zahlenmässige Ausrechnung Loessl's unseren Ansichten gemäss zu ändern; dann erhalten wir die folgenden Resultate für die Arbeit der flatternden Taube:

---

[1]) In dem eben erschienenen Buche: „Zur Mechanik des Vogelfluges“ von Dr. Fr. Ahlborn ist, auf S. 73 und 74, versucht worden, die intermittirende Flugweise als vortheilhafter darzulegen; eine Berechnung ist hierbei nicht gegeben und der Beweis, dass „die Nachtheile der periodischen Kraftausgabe ihre Vortheile überwiegen“ einerseits mir noch nicht beim ersten flüchtigen Durchlesen klar, andererseits auf meine oben rechnungsmässig gegebene Vergleichung des Arbeitsbedarfs ohne Einfluss.

Wäre die Flügelbewegung eine gleichmässig arbeitende, so wäre die nöthige Leistungsfähigkeit des Muskels . . . $E' = G\sqrt{\frac{g\,G}{\gamma\,F}} = 0{,}3 \times 6$ $= 1{,}8$ secmkg, genauer, weil die Flügel nur 0,06 und nicht 0,075 m² haben, nahezu 2 secmkg; für $t_1 = 0{,}04$ und $t_1 = \frac{t}{n} = \frac{0{,}125}{n}$ ist n nahezu $= 3$, daher die reale Muskelarbeit pro Secunde während des Niederschlags, also seine hier nothwendige Leistungsfähigkeit . . . $= 3\sqrt{3} \cdot 1{,}8 = 9$ secmkg und die mittlere Secundenarbeit . . . $= \sqrt{n} \cdot 1{,}8 = 3{,}1$ secmkg, anstatt der Loessl'schen Zahl 0,974.

Nun hat aber Loessl, durch ein Versehen, die Zahl für t_1 nicht den Beobachtungen Marey's entsprechend angenommen; in seinem Werke „Le vol des oiseaux" giebt letzterer $t_1 = 0{,}075$ sec. und t ebenfalls $= 0{,}125$ sec. an, daher ist $n = 1{,}66$ und wir erhalten als wirklich nöthige Leistungsfähigkeit . . . 3,85 secmkg und als durchschnittliche . . . 2,32 secmkg.[1])

Eine Verminderung dieser so ausgerechneten Arbeitsgrössen könnte nur durch besondere Umstände ermöglicht werden, die sich bisher der Rechnung entziehen; so z. B. dadurch, dass beim Zusammenschlagen der niedergehenden concaven Flügel ein Theil der Luft schwerer seitwärts entweichen kann, und daher gegen den Rumpf nach oben angeworfen und theilweise hebend benutzt wird, wie dies Mehrere, z. B. auch Winter in seinem Buche „Der Vogelflug" (1895) annehmen; aber weder das Vorhandensein und noch weniger Zahlengrössen solcher Factoren sind bisher präcise nach- gewiesen worden. —

Eine interessante Consequenz der obigen Betrachtungsweise ergiebt sich ferner für die Beurtheilung folgender Aufgabe:

Wenn man behufs Vermeidung der — unökonomischen — Intermittenz statt eines Flügelpaares deren zwei anwenden wollte, die abwechselnd arbeiten, und deren Gesammtfläche gleich jener des einen Paares ist, — so, dass eben nur eine Aenderung des Arbeitsregimes und sonst keine andere vorgenommen wird — so wäre im ersten Falle als Folge der Intermittenz die durchschnittliche Sec.-Arbeit $\sqrt{n}$ und für $n = 2$ . . $\sqrt{2}$ mal grösser als im zweiten; da aber bei Anwendung von zwei Paaren, die stets nacheinander arbeiten, nur die halbe Flügelfläche in Anwendung kommt, so würde andererseits deren Sec.-Arbeit $\sqrt{2}$ mal grösser, Vortheil und Nachtheil würden sich daher compensiren und es wäre ganz gleichgültig, welches Regime man benutzt.

Wenn man aber weiss, dass der Motor nicht nach seiner durchschnittlichen, sondern nach seiner factischen Arbeitsfähigkeit gebaut werden muss,

[1]) Natürlich ändert sich mit dem richtig angenommenen t_1 auch der Weg des Druckmittels des Flügels, nämlich 20 cm statt 80 cm.

also, wenn keine innere Arbeitsaccumulation stattfindet, nach jener in der Niederschlagszeit, so ist die Sec.-Arbeit beim Intermittiren $n\sqrt{n} = 2\sqrt{2}$ mal grösser und wegen der doppelten Fläche $\sqrt{2}$ mal kleiner, d. h. noch immer 2 mal grösser als bei continuirlicher Arbeit und es folgt, dass letztere trotz kleinerer Flügelflächen dennoch ökonomischer ist. Man sieht aus diesem Beispiele deutlich den oft massgebenden Einfluss der obigen Untersuchungs-Resultate auf die Conception von Flugmaschinen. —

Zum Schlusse aller dieser Betrachtungen hebe ich noch als weitere Consequenz derselben die Bemerkung hervor, dass wir mit dem Abschnitt „Function der Flügelschläge" auf S. 292 u. s. f. im Loessl'schen Buche ebenfalls nicht übereinstimmen können, wo er sagt: „... Beim Vorwärtsflug der Taube .. ist es ziemlich gleichgültig, wie sie ihre Flügelschläge in Bezug auf Frequenz und Excursionsweite einrichtet, wenn nur der nöthige Durchschnittsbetrag der Arbeit zu Stande kommt;" wonach also die Taube z. B. in jeder Secunde nur einen einzigen Niederschlag vollführen kann, welcher nur $^1/_{10}$ Secunde dauert, oder (S 294) „lieber einen Schlag innerhalb zwei Secunden und diesen Schlag nur $^1/_{50}$ Secunde dauern lassen." Denn wir sehen nach obiger Deduction und Rechnung, dass sowohl die factisch nöthige Secunden-Arbeit als selbst auch der durchschnittliche Arbeitsbetrag in jedem dieser Fälle sehr verschieden ausfällt, und zwar desto grösser, je kürzer die Arbeitszeit gegenüber der Ruhezeit gewählt wird; wenn daher Variationen im Regime eintreten, so können nur andere Ursachen als die Rücksicht auf blosse Arbeitsöconomie als massgebend auftreten, die wir entweder im Allgemeinen noch nicht kennen oder die von zufälligen Momenten, die vielleicht physiologische oder biologische Bedeutung haben, abhängen dürften.

Wir wollen von dieser allgemeinen Betrachtung einige wichtigere specielle Anwendungen machen. Hier wäre nun vor Allem zu bemerken, dass in dem Buche: „Der Vogelflug" von Lilienthal an sämmtlichen Berechnungen. für die Secundenarbeit beim Fluge der Vögel und der Flugmaschinen eine wesentliche Correctur anzubringen ist; dies gilt namentlich für das 9. Kapitel: „der sichtbare Kraftaufwand der Vögel", für das 10. „die Überschätzung der zum Fliegen nöthigen Arbeit" und für das 40. Kapitel: „Berechnung der Flugarbeit", und da in den erstgenannten Kapiteln Auf- und Niederschlag als gleich lange dauernd vorausgesetzt wird, so sind die diesbezüglichen Resultate zu verdoppeln.

Lilienthal berücksichtigt nämlich in seinen Rechnungen nicht die secundliche Leistungsfähigkeit des Motors (des Muskels) während seiner factischen Arbeitsphase, d. i. während des Flügelniederschlages, sondern er rechnet nur jene kgm Arbeit, die nach Ablauf einer Secunde als geleistet auftritt, denkt, ohne es auszusprechen, diese Anzahl von kgm gleichmässig auf die Dauer einer Secunde vertheilt, ohne irgendwie eine Accumulation, und dadurch bewirkte Ausgleichung, der Arbeit vorauszu-

setzen, und erhält daher nur die mittlere und nicht die wahre Secundenarbeit, nach der allein sich doch die Motorgrösse zu richten hat.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass, wenn die Leistungsfähigkeit der technischen Motoren nicht zufällig auf die Secunde, sondern z. B. auf Zehntelsecunde bezogen wurde, dieses Versehen unterblieben wäre.

Im 10. Kapitel (S. 26) sagt Lilienthal, wenn man die Flugarbeit des Storchs nach der Formel für den orthogonalen (senkrechten) Flügelstoss berechnen wollte, also nach der Formel $L = 0,13 \cdot F \cdot v^2$, wo $L =$ dem doppelten Gewicht (wegen der Intermittenz) also $= 8$ kg und $F = 0,5$ m² ist, so ergiebt sich $v = 11$ m: „diese Geschwindigkeit wirkt aber nur während der halben Flugdauer, ist daher nur mit 5,5 m in Anschlag zu bringen, woraus sich eine secundliche Arbeitsleistung von $8 \cdot 5,6 = 44$ kgm ergiebt".

Richtig muss es aber so heissen: die totale Arbeit während der Niederschlagszeit, wenn sie eine Secunde lang gleichmässig ausgeübt würde. wäre $8 . 11 = 88$ kgm, da aber in 1 Secunde zwei und zwar gleich lange dauernde Auf- und Abschläge stattfinden, so ist die Schlagzeit, also Arbeitszeit, nur $1/4$ Secunde, und es arbeitet daher der Muskel als eine Maschine, die zwar 88 seckgm Effect- oder Leistungsfähigkeit, auf die Secunde bezogen, besitzt, aber, dem Regime zufolge, nur $1/4$ Secunde lang thätig ist, also factisch nur 22 seckgm zu leisten braucht, dann $1/4$ Sec. ruht, die nächste $1/4$ Sec. wieder eine Effectgrösse von 88 seckgm besitzt, die nächste $1/4$ Sec. wieder ruht u. s. w.

Der Fehler Lilienthals — und anderer Autoren — liegt also darin, dass er die Geschwindigkeit theilt, während nur die Arbeitsthätigkeit getheilt ist; Geschwindigkeit ist ein innerer Zustand des Motors, der selbst im kleinsten Zeittheilchen voll und ganz vorhanden ist, die Geschwindigcharakterisirt sozusagen das Temperament des Motors, wie lange aber dieser Arbeitszustand dauert, ist eine ganz andere Frage, und nur die Dauer dieses Zustandes ist etwas vom Intermittenz-Regime Abhängendes.

Auf S. 172 im 40. Kapitel giebt Lilienthal auf Grund seiner Versuche mit gewölbten Flächen die Flugarbeit des Storchs pro Flügelniederschlag zu 2,02, also für zwei Flügelniederschläge, die eben binnen einer Secunde statt finden, zu 4,04 kgm an; nun setzt Lilienthal hier (S. 170) eine partielle Aufspeicherung von Arbeit während des Aufschlages voraus, bringt „einen Theil der theoretisch als Arbeitsgewinn anzusehenden Aufschlagsarbeit" von 4,04 in Abzug und findet so die Flugarbeit circa 4 kgm pro Secunde; da er ferner hier annimmt, dass die Zeit des Aufschlags sich zu jener des Niederschlags wie 2 : 3 verhält, so ist die Zeit des Niederschlags $\frac{3}{5} \times \frac{1}{2} = \frac{3}{10}$ Sec. und, richtig, ist daher die nöthige Leistungsfähigkeit des Storchmuskels . . . $\frac{2}{0,3} = 6,7$ und nicht 4 seckgm.[1])

[1]) Ueber die absoluten Zahlenwerthe Lilienthals, selbst nach ihrer eben begründeten Richtigstellung, zu sprechen, ist hier nicht der Ort; ich möchte aber nur hervorheben. dass der Muskel analog unseren Gasmotoren in kurzen Momenten ganz bedeutende Leistungen vollbringen kann, und dann gänzlich ruht und sich erholt.

Eine andere, noch wichtigere Anwendung meiner obigen allgemeinen Untersuchung über den Einfluss der Intermittenz auf die Flugarbeit wollen wir auf die vergleichende Beurtheilung von Flügelflugapparaten mit Drachen- sowie Schraubenfliegern machen.

Mehrere Autoren behaupten, dass Flügelapparate schwächere Motoren benöthigen als continuirlich arbeitende, wie z. B. Drachenflieger und Schraubenflieger, und in den im J. 1894 erschienener „Proceedings“ des aeronautischen Congresses in Chicago befindet sich ein Aufsatz von W. Kress des Titels: „Aeroplanes and flapping machines“, in dem (S. 257) der Satz aufgestellt wird: Es lasse sich theoretisch nachweisen, dass Flügelapparate schwächere Motoren als Aeroplane (Drachenflieger) benöthigen und der Grund liege darin, dass „die Luft unter einem günstigeren Winkel getroffen wird und weil ferner das Gewicht des Körpers beiträgt, um den nöthigen kräftigen Flügelschlag hervorzubringen.“

Bei der principiellen Wichtigkeit der Sache und der mehrfachen von mir zu erhebenden Einwendungen gebe ich die Argumentation von Kress ausführlich und wörtlich übersetzt wieder:

„ . . . . . . Der Vogelflügel wird von der Verticalkomponente des Luftdrucks getragen, der aus der Stossgeschwindigkeit und dem Stosswinkel resultirt; beim Flügelapparat wirkt nur der Flügel beim Niederschlag wie ein Aeroplan, der schief abwärts gleitet . . . während beim Aufschlag der Flügel ebenfalls „als Aeroplan funktionirt, welcher durch den Luftdruck gehoben wird, der aus der beim Niederschlag entstandenen Körpergeschwindigkeit und seinem positiven Stosswinkel (d. h. vorne nach unten geneigte Fläche) resultirt, beide Actionen ermöglicht durch das Gewicht des Körpers. . . . . Da aber diese flatternde Bewegung nicht an einem fixen Raumpunkt, sondern in der nachgiebigen Luft vor sich geht, so müssen wir auch betrachten die Verluste durch Luftreibung, durch den Querwiderstand des Körpers und den möglichen Verlust an Höhe während des Aufschlages durch das Einsinken des Körpers in der nachgiebigen Luft. Das Sinken wird vermieden, wenn der Flügel während des Aufschlags einen passenden positiven Winkel gegen die Horizontale (d. h. vorne nach oben geneigte Fläche) besitzt, so dass durch wachsende Hebung der Höhenverlust zurückgenommen, also ein solcher vermieden wird.

Daher hat der Flugapparat beim Horizontalflug zu begegnen: beim Aufschlage erstens dem Widerstande W in Folge des Drift (d. h. der Projection des positiven Winkels des Flügels, oder dem sogen. directen Widerstande eines Drachens in seiner Bewegungsrichtung gegen die Luft) und zweitens dem Körperquerwiderstande W_1. Beim Niederschlagen jedoch giebt es keinen Drift, weil der Flügel in Folge seines negativen Winkels blos seine Kante dem relativen Wind darbietet, es ist daher der einzige Widerstand jener W_1 des Körpers. Die Luftreibung kann bekanntlich wegen ihrer Kleinheit vernachlässigt werden.

Um nun mittelst Flügelschlägen zu fliegen, wird aber der Drift blos während der halben Zeit zu bekämpfen sein (nämlich gleiche Dauer für Auf- und Abschlag vorausgesetzt) und die Arbeit, um den Widerstand zu überwinden, wird daher sein $A = (\frac{W}{2} + W_1)\, V$, wo V die horizontale Geschwindigkeit des Apparates bedeutet.“

In Folge dieses Gedankenganges findet Kress für einen speciellen Flügelapparat von 764 kg Totalgewicht 132 secmkg als nöthige Motorleistung, während er für einen entsprechenden Aeroplan (Drachenflieger) von 679 kg Totalgewicht 202 sec kg, also fast das Doppelte für nöthig berechnet.

Die Vorstellungen von Kress über den allgemeinen Vorgang beim Fliegen mittels Flügeln decken sich mit jenen vieler anderer Autoren, die, wie z. B. Marey, sämmtlich beim Aufschlag den Flügel als tragenden. resp. hebenden Aeroplan in passiver Weise, d. h. in Folge der lebendigen Kraft der Körpermasse betrachten; was aber die Arbeitsberechnung bei Kress betrifft, so erweckt sie und desgleichen mehrere seiner Argumentationen sehr wesentliche Bedenken.

Schon der Bau der Formel für A zeigt, dass sie unmöglich richtig sein könne: sie sagt aus, dass für continuirlich arbeitende Propeller, z. B. Aeroplane, $A = (W + W_1) V$ und dass für intermittirend arbeitende $A = (\frac{W}{2} + W_1) V$ sei[1], wobei in letzterem Falle die Ausschlags-Zeit die Hälfte der ganzen Flügelschlagperiode beträgt; nehmen wir nun an, sie betrage nur $^1/_{100}$ oder $^1/_{1000}$ derselben, so würde folgen, dass $A = (\frac{W}{1000} + W_1) V$ also nahezu $= W_1 . V$ sei, d. h. bei continuirlichen Arbeiten der Propeller, wie z. B. mittels Oldhamrädern, wäre z. B. gar keine Suspensionsarbeit nöthig, was noch überdies genau das Gegentheil von der Behauptung von Kress wäre, derzufolge gerade die continuirliche Arbeit grösser sein soll, als jene bei intermittirender Propelleraction; sollte zufällig W_1 fast $= 0$ sein, so wäre nach Kress's Formel überhaupt gar keine Flugarbeit nöthig!

Die Ansichten, mit denen Kress seine Vorstellung von der Nützlichkeit von Flügelapparaten zu begründen sucht, sind überdies leicht als inacceptabel darzulegen; ein „günstigerer Luftstosswinkel“ ist beim niederschlagenden Flügel gegenüber dem continuirlichen Aeroplan in keiner Weise vorhanden, in beiden Fällen kann man nur so weit gehen, als die technologischen Bedingungen der Propeller- oder Flächenconstructionen es erlauben; das „Darbieten der blossen vorderen Kante“ beim Flügelniederschlag ist undenkbar, denn es entstände überhaupt gar kein Luftdruck auf dem Flügel, wenn er nicht einen gewissen offenen Winkel in der Bewegungsrichtung darbietet, er muss daher, um wirksam zu sein, stets einen gewissen Drift erleiden, (man sehe auch die spätere Figur 5, resp. den Luftstosswinkel δ) und was endlich den günstigen Einfluss des Gewichtes des Flugkörpers betrifft, so kann derselbe nicht weiter gehen, als eine Accumulation und hierdurch eine Ausgleichung in der Secundenleistung des ungleich beanspruchten

[1]) Genau genommen, ist W in jedem von beiden Fällen von verschiedenem Werthe.

Motors zu bewirken; das ist aber ein Resultat, das — wie oben in allgemeiner Weise gezeigt wurde — wohl sehr wünschenswerth ist, weil es ja die Secundenarbeit ungefähr auf $\frac{1}{n}$ der sonst nöthigen herabbringt, dieser günstige Zustand einer vollkommenen Ausgleichung ist bei continuirlich arbeitendem Flugapparat, z. B. Aeroplan, aber schon ohne alle Zuthat, also von selbst vorhanden; also selbst dann, wenn das Gewicht des Apparates Null wäre.

Die Rolle, welche das Gewicht des Körpers, oder welche Federn, Luftpolster u. dgl. spielen — über welche Organe Kress in seinem Aufsatze „Der persönliche Kunstflug" (Ztschr. f. L. 1893) spricht und auf den er sich in den Proceedings beruft — ist daher nur die eines Surrogats, das niemals eine Arbeitsökonomie über den Drachen- oder Schraubenflieger hinaus bewirken kann.

Der eigentliche Fehler bei Kress besteht aber in letzter Instanz in folgendem:

Behufs Ansammlung von lebendiger Kraft im Flugkörper, welche dann für das Tragen (Heben) mittels des passiven Aufschlags benutzt werden und andrerseits behufs ziemlicher Einhaltung der mittleren horizontalen Fluggeschwindigkeit dem Körper während des Niederschlags eingeimpft werden soll, ist eine forcirte Niederschlagsarbeit nothwendig, also, wenn keine Accumulation vorhanden wäre, principiell gerechnet, rund eine $n\sqrt{n}$ (für $n = 2$ also $2\sqrt{2}$) grössere Secundenarbeit nöthig, als beim Aeroplan oder Schraubenflieger mit continuirlichem Betrieb; da nun Accumulation und Ausgleichung am Motor von Kress vorausgesetzt wird, so ist die Secundenarbeit noch immer $\sqrt{n}$, also $\sqrt{2}$ mal grösser, beim Flügelapparat.

Lilienthal und Kress haben also in wesentlich verschiedener Art gefehlt; der erstere berücksichtigte wohl die Intermittenz der Propellerfunktion, aber nicht die wegen mangelnder Ausgleichung herrschende Ungleichförmigkeit des Motorbetriebes, daher sind seine Secundenarbeiten n mal zu vergrössern; Kress hingegen berücksichtigte wohl die Intermittenz der Motorfunction, indem er sie durch Accumulation ausgleichen lässt, übersah aber den Einfluss der Intermittenz der Propellerfunction, seine Secundenarbeiten für Flügelapparate sind daher $\sqrt{n}$ mal zu vergrössern.[1]

Nach allen diesen, wohl sehr weitläufigen, Auseinandersetzungen dieses sehr wichtigen und sehr subtilen Gegenstandes glaube ich, dass wir den Satz festhalten können:

---

[1] In den „Proceedings" macht Chanute gegen Kress's Berechnungen noch mehrere Einwendungen, mit denen ich fast gänzlich übereinstimme, auch glaube ich, dass die dort benutzten Winkelgrössen und Coefficienten (nach Lilienthal) sehr auf die Schneide gestellte Grundgrössen der Rechnung für Flugmaschinen repräsentiren. Uebrigens benehmen alle diese Einwendungen gegen die Ansichten und Rechnungen von Kress nichts dem Werthe seiner langjährigen Bemühungen um Herstellung frei fliegender Flugmaschinenmodelle und seiner Studien über deren zweckmässige Architectur.

Vom Standpunkte der Motorgrösse aus ist das Intermittiren gegenüber dem continuirlichen Betriebe öconomisch ungünstig, und wenn sonst keine anderen Gründe dafür sprechen, sind bei Flugmaschinenprojecten nur continuirliche Betriebe, also Drachenflieger, Schraubenflieger u. dgl. ins Auge zu fassen.

Anschliessend an das eben besprochene Problem des intermittirenden Fluges möchte ich auch kurz das des Wellenfluges erwähnen, das mit jenem in der Hauptsache etwas Gemeinsames hat, denn auch beim Wellenflug ist die Intermittenz das Charakteristische.

Hier ist der Vorgang folgender, wobei stets von jeder natürlichen Luftbewegung abgesehen wird: Während des Abstürzens, also der ersten Phase des Wellenfluges, arbeitet ein mitgenommener Motor gar nicht, sondern nur die Schwere des ganzen Flugkörpers; dabei wird ein Theil der Fallarbeit benutzt, um lebendige Kraft anzusammeln, ein anderer wird für die vom Körper unter sich verdichtete und aufgestörte Luft aufgebraucht, denn ein gewisses Einsinken, also ein Flächenwiderstand, muss in einem nachgiebigen Medium wie Luft immer stattfinden, sonst würde der Körper ja wie im Vacuum mit der Beschleunigung der Schwere fallen. Von einem Stirnwiderstand sehen wir, der Einfachheit wegen ganz ab, der Körper wird also sehr schneidig oder zugespitzt vorausgesetzt.

Die Fallarbeit, die in die Luft hineingelegt wurde, verwandelt sich in letzter Instanz in Wärme und ist also für immer verloren, und es bleibt nur jener Theil zur Disposition, der als lebendige Kraft erscheint. In der zweiten Phase, d. i. dem aufsteigenden Ast der Welle, wird die angesammelte lebendige Kraft allmählich für Hebung des Körpers ausgegeben, und da wegen des eben erwähnten Arbeitsverlustes die ursprüngliche Höhe nicht erreicht werden kann,[1]) ist eine Ersatzarbeit, d. h. eine Motorfunktion

---

[1]) In den Aufsätzen von v. Miller-Hauenfels wird an vielen Stellen ganz richtig von einem „Einsinken des Körpers in die unterhalb der Flügel verdichtete Luft" gesprochen, auch die Flügelstellung unter einem Winkel gegen die Flugbahn richtig gezeichnet und dieser Winkel ausdrücklich als nothwendig hervorgehoben, es wird also eine an die Luft durch deren Verdichtung abgegebene Arbeit vorausgesetzt. Aber trotzdem kommt der Autor zu dem Resultate, dass der Segelflug gar keine Flächenwiderstandsarbeit — sondern nur Stirnwiderstandsarbeit consumirt, indem er annimmt, die Bahn auf der conprimirten Luft sei mit einer festen Holzbahn zu vergleichen, so dass die Luft alle Arbeit, welche sie vom Segler während des Thalfluges empfängt, ihm während des „Bergfluges zurückgibt." (Ztschr. 1893, S. 138). Das ist aber unmöglich; die an jeder Bahnstelle comprimirte Luft zerstreut sich sofort, wenn die Flügel an das nächste Bahnelement gelangen und die Compressionsarbeit kann nicht wieder nutzbar gemacht werden. Ein derartiger idealer Fall, wo die Bewegung in Flüssigkeiten arbeitslos geschieht,

nöthig, die so lange dauert, bis man wieder im ursprünglichen Niveau angekommen ist. Es möge nun diese Motorarbeit lang oder kurz dauern, jedenfalls muss seine Leistungsfähigkeit grösser sein, als wenn er den Körper blos in einer horizontalen Linie schweben machen sollte, denn er hat auch Hebungsarbeit zu leisten, d. h. er muss stärker sein, als wenn man keinen Wellenflug, sondern ein horizontales Fliegen angenommen hätte. Also erfordert der Wellenflug leistungsfähigere Motoren und ist unökonomisch; dabei wäre noch überdies hervorzuheben, dass dieses Plus an Pferdekräften des Motors sich sogar noch grösser herausstellt als die Hebung und ein eventueller Stirn- oder Flächenwiderstand an Zusatzarbeit beanspruchen würde, denn wie oben erwähnt, ist eine einfache Addition dieser Einzelarbeiten nicht erlaubt, sondern es findet ein vergrössertes Wachsen der nöthigen Gesammtarbeit statt (siehe oben S. 303 d. vor. Jahrg.).

Man könnte nun denken, es wäre möglich, diese Arbeit des Motors auf längere Zeit zu vertheilen, d. h. anstatt erst zuletzt während des kurzen Weges des Emporhebens in den Horizont, den Motor schon vorher, z. B. seit Beginn der Wellenbahn arbeiten und einen Accumulator laden zu lassen; nur die Rechnung kann entscheiden, ob dadurch eine Ersparnis möglich wird und, für den allgemeinsten Fall einer beschleunigten Abwärtsbewegung, mir wenigstens, zu schwierig, kann sie doch für den Fall eines gleichförmigen Herabgleitens und Aufsteigens durchgeführt werden; dabei fände also kein Gewinn und kein Verlust an lebendiger Kraft in der Wellenbahn statt. Das Resultat dieser Rechnung findet sich in meiner „Flugtechnik" (S. 113 u. 114), und es lautet dahin, dass durch diesen Ausweg der Accumulation, sich weder ein schwächerer Motor, noch eine kleinere Durchschnittsarbeit (pro Secunde) beim Wellenflug als beim horizontalen Flug ergebe; mit Obigem zusammengehalten, nähert sich der Wellenflug dem Minimum an Arbeit, wenn die Pfeilhöhe der Welle = 0 ist, d. h. die Bahn eine horizontale ist.[1])

(Fortsetzung folgt.)

findet nur dann statt, wenn an einer Rotationsfläche die Stromlinien, die vorne getrennt werden, sich hinten wieder schliessen, worüber ich in meiner „Flugtechnik" (S. 100 u, s. w.) eingehend gesprochen habe.

[1]) In dem Aufsatze, resp. Vortragsbericht, „über den Wellenflug der Vögel" (Diese Zeitschrift 1890, Heft 1) sagt v. Gostkowski: . . . „Es ist ja evident, dass bei dem von Popper befürworteten horizontalen Flug der Motor das Schiffsgewicht durch die Luft zu tragen habe, während beim Wellenfluge die Tragkraft der Luft zu diesem Zweck durch den Druck, der durch den Flugkörper auf die Luft ausgeübt wird, Benutzung finde." Das ist ja ganz selbstverständlich, aber diese Arbeit, die auf Kosten der Höhe blos durch die disponible Schwerkraft statt durch Brennstoffconsum in einem Motor geleistet wird, wird uns nicht geschenkt, denn wir müssen, wie oben erläutert ist, nur später zum Motor greifen, um diesen Höhenverlust wieder einzubringen, und es geschieht eben dies unter ungünsti-

Der Schnellsegler mittels Flugmotor.

Im Weltverkehr verdrängt der Dampf das heutige Segelschiff leider immer mehr und doch beweist die Ueberzahl von Segeljachten, dass zur Hebung von Kraft, Geschick und Gesundheit, zum Vergnügen überhaupt, dem Segler weitaus der Vorzug gebührt. Trotzdem sind Passagiere bei etwas grösseren Seereisen auf der letzteren Schiffsgattung kaum noch anzutreffen. Die Beförderungs-Geschwindigkeit der Dampfer steigert sich von Tag zu Tag und im Maschinenbau herrscht eine fieberhafte Thätigkeit, diese immer ökonomischer, das heisst den Wettbewerb für den Segler immer schwieriger zu machen.

Nachstehend soll nun versucht werden, auch der Segelschifffahrt ein neues Mittel zur so zu sagen beliebigen Steigerung der Betriebskraft und entsprechenden Geschwindigkeit an die Hand zu geben, mit anderen Worten, sie dem Dampfer wieder concurrenzfähig zu machen. Dabei soll ausschliesslich die jetzige schönste Betriebskraft: gesunde, staubfreie, bewegte Luft beibehalten werden. Ihrer Wirkung, das heisst der des Windes, wird heute durch Schiffsgrösse und die davon abhängige Ausdehnung der Takelage für bestimmte Fälle eine Grenze gesteckt, sollen Stabilität und Sicherheit nicht Noth leiden. In anderer Lesart: heute kann der Wind nur auf eine bestimmte, grösste, nicht mehr ausdehnungsfähige Anzahl von Quadratmetern Segelfläche einwirken, die bewegende Kraft desselben kann nicht mehr vergrössert werden, obgleich sie rund ums Schiff sammt Takelage in unermesslicher Ausdehnung vorhanden ist. Diese unbenutzte Kraftfülle in Zukunft wenigstens zum Teil ausnutzbar für die Schiffahrt zu machen, ohne dabei den Segler mit einer riesigen Takelage zu überbürden, ohne letztere überhaupt zu vergrössern, mit anderen Worten, kleine Schiffe mit einem fast beliebig starken, von

geren Umständen, als wenn man von Anfang an nur Schwebearbeit und keine Hebearbeit mittelst des Motors ausgeübt hätte. Seit meinem Vortrage ist im ersten Heft des Jahres 1896 dieser Zeitschrift eine Note von Platte erschienen, in welcher er sagt, durch das Buch von Loessl sei zu Gunsten des **Wellenfluges** endgültig entschieden worden, und er begründet dies mit den Worten: „. . Loessl findet, dass die Taube, um sich senkrecht zu heben, eine Arbeit von 1,8 secmkg zu leisten habe, während dieselbe Taube, wenn sie eine, eben durch früheren schrägen Abfall erlangte Geschwindigkeit von 12 secm besitzt, zur Fortsetzung des Fluges in horizontaler Bahn mit der nämlichen Geschwindigkeit von 12 m pro Sekunde nur mehr einer Arbeitsgrösse von 0,2025 secmkg bedarf; die Taube bedarf daher zum horizontalen Segeln nur des neunten Theiles der Kraft, die sie zum Aufflug braucht."

Diese Argumentation Platte's beruht — von meiner Kritik der Loessl'schen Zahlen ganz abgesehen — auf einem Versehen. Loessl behandelt (auf S. 213) in keiner Weise die Frage des Wellenfluges, sondern untersucht ganz allgemein den Nutzen, welchen eine gleichzeitige Translation für Verringerung der Schwebearbeit herbeiführt, worüber ich oben ausführlich gesprochen habe und der, in letzter Instanz, auf dem Vortheil des schiefen Luftstosses gegenüber dem normalen zurückzuführen ist. Dieser Nutzen findet bei aller solchen Vorgängen statt, also sowohl beim horizontalen Flug mittelst schiefer Drachenflächen, als beim Gleiten in schiefer Bahn nach abwärts u. s. w.; die Sache hat also mit dem Wellenfluge als solchem gar nichts zu thun, in seinem absteigenden Aste tritt, wie schon vorausgesetzt ist, hierdurch ein verzögertes Sinken statt, analog wie beim horizontalen Fliegen mittelst Drachen oder dgl. eine verkleinerte Motorarbeit nöthig ist gegenüber dem Flattern an der Stelle.

deren Grösse unabhängigen Motor auszurüsten und ihnen dadurch unter günstigen Umständen so zu sagen eine beliebige Fahrgeschwindigkeit zu ertheilen, das ist gewiss ein erstrebenswerthes Ziel. — Der Segelschlitten auf dem Eise beweist, dass durch Segler bei verhältnissmässig geringem Widerstande eine bedeutendere Geschwindigkeit als die des Windes erreichbar ist; er fährt seine 42 m in der Secunde, während die ihn von der Seite treibende Brise nur etwa 10 bis 15 m Geschwindigkeit zu haben braucht. Dem Spielzeuge der Jugend, dem Drachen, der indessen jüngst auch in der Kriegstechnik, in der Photographie und in der Meteorologie Verwendung findet, verdanke ich nachstehend beschriebene Anregung für die Schiffahrt. Die ihm bei bewegter Luft innewohnende Energie wurde bis heute fast nur bezüglich Hochsteigens ausgenutzt: richtig angeordnet kann er aber bezüglich Kraftäusserung jedes Segel und Windmühlenrad in den Schatten stellen, was ich dem geneigten Leser anführe, um einer zu geringschätzigen Kritik vorzubeugen. Dabei hat der Drache den grossen Vorzug, dass sich Versuche mit ihm ohne grosse Kosten von Jedermann anstellen lassen. Zur Sache selbst benutze ich aus meinem Beitrage in Nr. 1 der diesjährigen Zeitschrift für Luftschiffahrt und Physik der Atmosphäre die Angabe, dass ich schon am 20. Septbr. 1889 an die Königl. Luftschifferabtheilung in Berlin über einen sehr zufriedenstellenden Versuch berichtete, die Leine eines gestiegenen Drachens auf dem Rücken eines zweiten weiterhin aufzulassenden zu befestigen, wobei die untere Halteleine, der Drachenzahl entsprechend, doppelt stark angezogen worden sei. Fernerhin war denn Folgendes ausgeführt: „Meine jüngsten Erfolge liegen ganz auf dem Gebiete der wichtigen Beförderungs-Luftschiffahrt; die Leichtbeweglichkeit des blattförmigen Drachens lässt diesen sofort eine äusserst rasche Seitenbewegung machen, wenn beim Auflassen die Richtung der Halteleine und die des Windes von einander abweichen. Wird nun zur praktischen Ausnutzung dieser Thatsache das Ende der Halteleine von aufgelassenen Einzel- oder besser mehrerer sehr kräftig ziehender verbundener Drachen nicht wie bisher einfach festgehalten, sondern mit einem Laufröllchen versehen, welches sich auf einem straff und schräg gegen die Windrichtung gespannten Drathe bewegen kann, so erfolgt obige sehr schnelle Seitenbewegung sofort auf der ganzen, durch geeignete Unterstützungsgabeln beliebig langen Drathbahn; ebenso die Rückwärtsbewegung darauf, wenn man ihr der Windrichtung gegenüber die entgegengesetzte Schräge giebt.

Obgleich nun die Möglichkeit nicht ausgeschlossen ist, über Land ganz ohne Drath — oder sonstige Bahn zu fahren, so kann dieses mit Sicherheit von der Fahrt zu Wasser behauptet werden. Ein leichtes durch verbundene grössere Drachen entlastetes, nur noch so zu sagen mit Kiel und Steuer das Wasser durchschneidendes Fahrzeug dürfte im Vogelfluge mit noch nie erlebter Geschwindigkeit selbst den Ocean kreuzen können".

Nach dieser vorläufigen Veröffentlichung versprach ich anfangs dieses Jahres Versuche anzustellen, die sich indessen unerwartet in die Länge zogen, und gemäss Scientific American, wahrscheinlich (probably) den Amerikaner Douglas Archibald im Jahre 1884, in 1891 auch W. A. Eddy bewogen, ihren Zweck — die Erreichung grosser Höhen — auf andere, wenn auch viel unvollkommenere Weise als durch direct verbundene Drachen zu erreichen, was die in jener Zeitschrift beigegebene Zeichnung unschwer erkennen lässt. Beide gaben dabei wohl unbewusst die beliebig grosse Zugkraftentwicklung auf, welche ich jedoch für meine Zwecke hauptsächlich anstrebe. Heute kann ich mittels meines neuesten Verbundfliegers fast jede beliebig grosse Zugkraft erzeugen. Meine ursprünglich verbundenen kleinen Versuchsdrachen mit Dreiecks-Spannleine sowohl nach unten, wie rückwärts nach oben zum nächst höheren Drachen, liessen bei je 0,34 Quadratmeter Fläche nicht

mehr als dreifache Hintereinanderkuppelung zu. Der vierte Drache wurde durch die vergrösserte Zugkraft erst deformirt und ihm dann krachend das Rückgrat zerdrückt. Es gelang indessen, gemäss Skizze, die Halteleine ununterbrochen direct durch den Drachenrücken zu führen, und jeden Drachen für sich gegen einen Knoten in derselben seine Zugkraft ausüben zu lassen. Mit der vermehrten Drachenzahl musste aber nach und nach zu waschleinkräftiger Halteleine übergegangen werden, deren Drall jedoch ein umgekehrter wie der des anfänglichen Bindfadens war. Trotz ihrer lockeren Verbindung mit der Halteleine und trotz abwärts ziehenden Uebergewichtes des Hintertheiles neigten sich namentlich die unteren einzelnen Drachen erst zur Seite und dann begann plötzlich ein sehr störender Rundtanz um das gemeinschaftliche durchgehende Kabel. Ein mittels durchbohrter rundlicher Plättchen hergestelltes Kugelgelenk lässt jetzt das Kabel jede Drehung unabhängig von den darauf sitzenden Flugflächen ausführen. Auch wurde nach unten zur Verwendung kräftigen Drathes geschritten, dem dieser Uebelstand nicht anhaftet. Ganz leichter Draht eignet sich aus ähnlichem Grunde auch gut zu häufig beliebten Drachenschweifen. Letztere suche ich möglichst zu vermeiden, und gehe dabei practischer zu Werke wie Eddy mit seinem „tailless kite." Besitzt nämlich das Kabel durch Auflassen eines oder mehrerer gekuppelter Drachen die gewünschte Neigung, so bediene ich mich zur Zugkraftvermehrung anstatt des immerhin etwas difficilen, eine gewisse Stellung beanspruchenden Drachens, kreisrunder grosser Flugscheiben ohne jedes Anhängsel. Auf der stramm gespannten Halteleine können sich diese ohne jede Gleichgewichtsstörung beliebig drehen und, einmal in der geneigten Lage, entwickeln sie gleiche Steigkraft wie Drachen, brauchen letztere also durchaus nicht als Träger. Sie greifen ebenfalls hinter Knoten oder Ansätze des Kabels und lassen sich viel leichter, dauerhafter, billiger und bedeutend grösser wie Drachen herstellen, dabei rascher auflassen und wieder einziehen; letzteres kann bei einem sehr kräftigen Apparate dieser Art ein Mann besorgen, sofern zweckmässige Einrichtungen bestehen.

Nachdem so in Wirklichkeit ein neuer zuverlässiger Windmotor, nennen wir ihn Kuppelflieger, angeordnet war, erfolgten, das Gesagte bestätigende, kleine, billige, von Jedermann leicht zu wiederholende höchst interessante Versuche. Bei nur $1^1/_2$ Quadratmeter combinirter Flugfläche (der einzige Drache des Schotten Powell hatte 60) und etwas lebhafter Brise war der Apparat von einem Erwachsenen nur mit Anstrengung langsam an der Leine gegen den Wind zu bewegen; ihr Ende befestigt, und Leine unter dem Arm, daran auf dem Erdboden entlang gelaufen, fehlte wenig, einen Knaben hochzuheben. Auf dem Verbindungskanal bei Plötzensee war ein kräftig rudernder Schiffer im flachen Personenboot nicht im Stande, dasselbe vor Antreiben ans Ufer zu schützen.

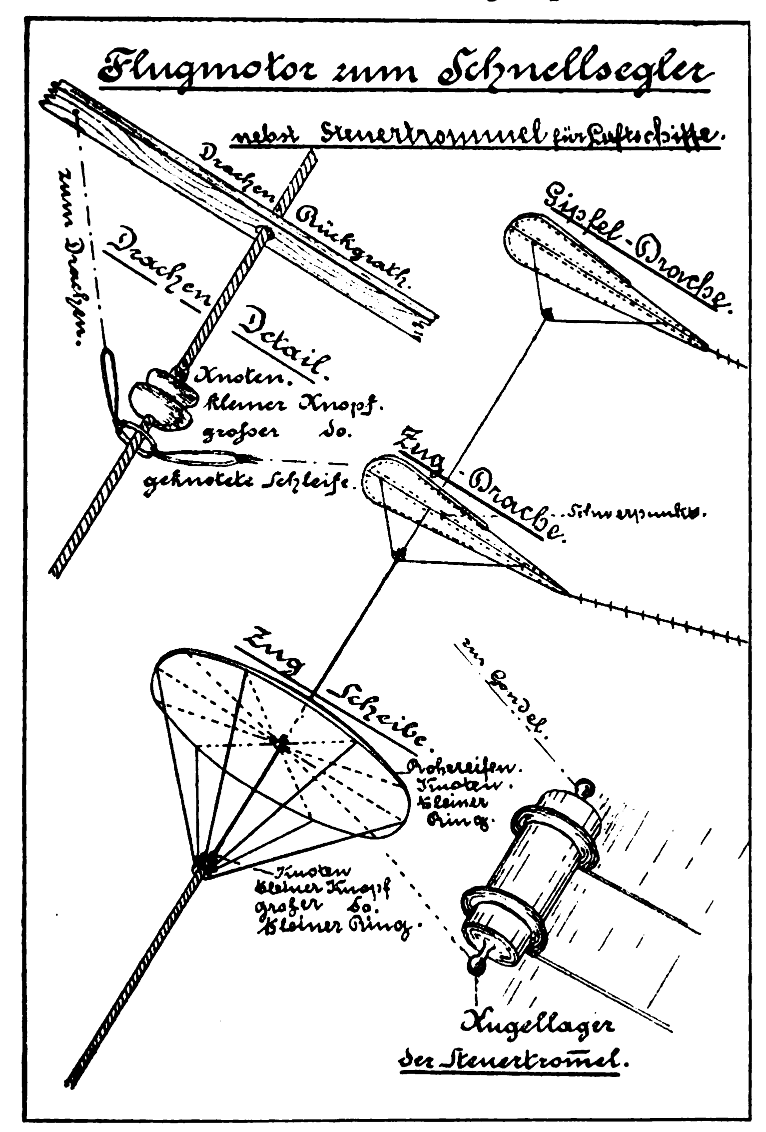
Endlich wurde am 6. Oktober d. J. ein Dienstmann mit seinem Dreirad auf das Tempelhofer Feld in die Nähe der Luftschiffer-Abtheilung zu einem Versuche herangeholt. Der kleine Kuppelflieger von zusammen 1,86 Quadratmeter Flugfläche bei 0,720 kg Gewicht bewegte das Dreirad parallel zur Begrenzung der Luftschiffer-Abtheilung auf einem schmalen Fusswege so, dass sich das vordere Leitrad auf dem Pfade befand, während die beiden Hinterräder, auf welchen hauptsächlich der 85 kg schwere Passagier nebst bedeutendem Fahrradgewichte lastete, stets über die dortige Grasfläche humpeln mussten. Die Fahrrichtung wich horizontal etwa 50° von der durch die Halteleine gekennzeichneten Windrichtung ab, dabei war die Leine um etwa 45° nach oben zu den Drachen hin ansteigend und einfach an dem Flacheisengestell über der Axe hinten befestigt. Trotz dieser ungünstigen primitiven Verhältnisse erreichte das bei hochgehobenen Beinen vom Passagier nur gesteuerte Gefährt die gewöhnliche Fahrgeschwindig-

keit. Währenddem war am Kuppelflieger gar keine Senkung oder Schrägstellung der sich natürlich gleich rasch mitbewegenden länglichen Drachen bemerkbar. Auf ebener, glatter, wenig Widerstände bietender Bahn wäre jedenfalls eine grosse Fahrgeschwindigkeit entstanden, ebenso natürlich auch durch Flugfläche-Vergrösserung, wozu leider wegen späterer Truppenübungen auf dem Platze keine Zeit verblieb; denn entweder mit der Widerstandsverminderung oder mit der Kraftvergrösserung kann die Fahrrichtung mehr senkrecht zur Windrichtung und dadurch die Fahrt eine schnellere sein wie beim Segelschlitten auf dem Eise, während Widerstandsvermehrung bei gleichbleibender Kraft immer mehr die Einlenkung in die Windrichtung bedingt, dadurch die Zugkraft in gleichem Maſse steigernd, wie sich die Fahrgeschwindigkeit vermindert. Auch hier gilt das eherne Naturgesetz „Kraft mal Weg gleich Arbeitsleistung". Je grösser die Kraft, desto kleiner der Weg und je grösser der Weg desto kleiner die bewegende Kraft bei gleichbleibender Leistung, welch letztere durch Flugfläche und Windstärke genau bestimmt ist.

Auch die gleichzeitigen Fahrversuche rechtwinkelig zu den eben beschriebenen, d. h. senkrecht zur Begrenzung der Luftschiffer-Abtheilung, verliefen zufriedenstellend, obgleich es fortwährend ohne Weg und Steg immer auf dem Rasen quer durch frühere Ackerfurchen und quer über alte Ackerrücken ging. Dabei die kleine Fliegerfläche berücksichtigt, so war eine Bewegung ohne Pedaltretung des schweren Fahrrades nur deshalb möglich, weil der Drachenzug nach oben die Hindernisse so wenig störend für das Gefährt machte, dass man heute mit Recht behaupten darf, auf diese Weise sei dem Fahrrad auch das ungünstigere. bisher nur der Cavallerie zugängliche Terrain eröffnet. Ferner liegt die Wahrscheinlichkeit vor, durch Gestellverbindung von 2 oder mehr Fahrrädern mit einem gemeinsamen Verbundflieger, jede Fahrstrasse mit Bäumen passiren und dabei Segel aufspannen zu können. Mein 16jähriger Sohn musste sich bei dem vorbeschriebenen Versuche auf dem Dreirade einseitig setzen, wollte er nicht hochgenommen, bezw. umgeworfen werden. Er habe genau gefühlt, nur das Vorder- und das dem Kuppelflieger zugekehrte Hinterrad hätten Boden berührt, wurde mir später von ihm mitgetheilt. — Wenn nun offenbar das Fahrrad von der Erdoberfläche aus dem Kuppelflieger seinen Kurs vorzeichnete, ihn genau steuerte, warum sollte das beim allerdings plumpen Ballon nicht theilweise auch möglich sein? Angenommen, der Norpolfahrer Andrée und dessen Begleiter befestigten an den Enden ihrer beiden Schleppgurte die Axenden einer dazwischen gelegten leichten drehbaren schwimmfähigen Trommel (s. Fig. S. 25); letztere hätte je 20 cm von ihren Kopfenden jederseits einen gemäss Skizze kragenförmigen Ansatz, der beim Rollen über den Boden, über eine Eis- Schnee- oder Wasserfläche einschneidet, so ist der Steuerapparat fertig, wenn man die Trommel fast schwebend nachlaufen lässt; denn diese durch Anziehen des einen oder anderen Gurtes schräg gestellt, würde dem Korbe mit Ballon alsbald einen von der Windrichtung abweichenden Kurs anweisen. Eine zu diesem Zweck in Aussicht genommene Trommel könnte sich schwerlich je fest zwischen Eisschollen etc. einklemmen; geschehe es dennoch, am Korbe vorhandene leichte Winden würden wohl diesen mit Ballon zur Klemmstelle heran holen lassen. Mit etwaiger Ausnahme von einem Stück Schleppgurt müssten diese Ausrüstungsgegenstände bei Antritt der, anfangs jedenfalls günstigen Wind benutzenden Luftreise schwebend getragen und während der Benutzung durch eingenommenen Schleppgurt etc. ersetzt werden können bei möglichst niedriger, sich jedoch den Gefahren der Erdoberfläche entziehender Fahrt. —

Für später, eventuell wegen Eis erst im Frühjahr, ist von mir noch ein Versuch zu Wasser mit einem eigens zum Zweck construirten Boote, einem soge-

nannten Wasserschlitten, in Aussicht genommen, aber schon heute gestatte ich mir einige die Segelschifffahrt betreffende Schlussfolgerungen. So viel ist klar, es



kann in Zukunft das kleinste Seeschiff mit einem fast nichts wiegenden, zuverlässigen Motor von beliebiger Kraftäusserung ausgerüstet werden. Denn der Kuppelflieger kennt in unserer Atmosphäre keine Höhen- und Ausdehnungsgrenze. Entsprechend gross und hoch gelassen, kann er sogar das sich dadurch immer schneller bewegende Fahrzeug fast ganz entlasten, während die heutige gewichtige Takelage das Schiff tiefer einsinken und schwerer beweglich macht und, wie bereits gesagt, aus Stabilitätsrücksichten dem Schiffskörper angepasst sein muss; sie kann aber auch in Zukunft sehr wohl neben dem Kuppelflieger behufs Kreuzens, Aufnahme zu leichter, den Kuppelflieger nicht mehr tragender Winde etc. verbleiben. Bei ganz schwachen Winden kann übrigens dem Kuppelflieger ein mit Gas gefüllter

linsenförmig flacher kleiner Trageballon vorauf hochgehen. Nichts ist leichter, als an Bord einen Kuppelflieger rasch steigen zu lassen und wieder einzuholen, dieses erprobte ich auf dem vorn erwähnten kleinen Kanalbote. Bedenkt man nun, dass das schräg hochgehende Haltekabel eines grossen Kuppelfliegers sich unten in Dreiecksform auseinander spreizen lässt, dass bei grossen Oceanseglern mehrere verschieden hoch gelassene Flieger möglich sind, und in beiden Fällen sichere Haltepunkte für riesige etwa nach oben ausbauchende Segelflächen entstehen, so darf ich mir die Behauptung erlauben, derartig vorläufig nur etwa nebenbei ausgerüstete, entlastete, hochgehobene Fahrzeuge können bei günstigem Winde, z. B. in den Passaten, die schnellsten Dampfer hinter sich lassen. Sie werden auch öfters in der Lage sein, eine günstige Bewegung der höheren Luftschichten auszunutzen. Auch bei Sturm dürfte oft grössere Sicherheit gewährt sein. Die heutige Takelage der Schiffe ist meist auf Biegungs- und Zerknickungsfestigkeit in Anspruch genommen; die parabolisch geformten schweren Raaen und riesigen Mastbäume beweisen es; der Kuppelflieger nimmt genau wie der Schlepper den kraftübertragenden Theil nur auf absolute, beziehungsweise Zugfestigkeit in Anspruch; das durch ihn bewegte Schiff bietet daher für Abtrift kleinere Flächen, wird schwerlich Seen übernehmen, kann stärker befrachtet werden, der Gang des Schiffes ist ruhiger, und, last but not least, die Bedienungsmannschaft kann bedeutend vermindert werden. Zwei Schiffe in der Takelage zu kuppeln behufs Anbringung von Zwischensegeln bei günstigem Wind und Wetter, geht heute schwerlich an; der Kuppelflieger macht dieses möglich.

Ganz kürzlich gelang es mir auch während kräftiger Brise in ganz unglaublich leichter Weise die unteren Flugscheiben und Drachen eines Kuppelfliegers, ähnlich den Segeln eines Schiffes schräg gegen die Windrichtung zu stellen durch extra seitliche an der Halteleine befestigte oder mit letzterer nach unten reichende Schnüre. So etwas lässt sich mit der amerikanischen oder einer anderen mir bekannten Kupplungsweise nicht bewerkstelligen, ist bisher auch nicht versucht worden; man war vielmehr froh, bei dem freien complicirten Spiel der Kräfte beim Hochsteigen der Drachen überhaupt Herr zu werden. Jetzt kann also mit meinem Flugapparat eben so nahe wie mittelst Masten und Raaen an den Wind, bezw. gegen denselben gefahren werden; das ganze schwere Takelwerk eines heutigen Segelschiffes dürfte daher sicherlich in Zukunft entbehrlich gemacht werden! Näheres will ich jedoch lieber unseren findigen Seeleuten überlassen, es würde mich hier zu weit führen. Nur um eins möchte ich schliesslich bitten, um recht häufige Anstellung von Versuchen; sie sind in vorliegendem Falle, namentlich auf hoher See, unter Zuhilfenahme der beigehenden Skizze so leicht und billig zu machen; es liegt daher durchaus kein Grund vor, meine Ausführungen bei dieser Neuerung von vornherein todt zu kritisiren, worüber sich der verdienstvolle Forscher Prof. Wellner in der Zeitschrift für Luftschifffahrt und Physik der Atmosphäre so treffend beklagte mit den Worten:

> „Sobald irgend ein neuer Vorschlag auftaucht, sobald irgend ein Versuch vorliegt, sofort wird von Vielen, die es besser wissen, dagegen geschrieben, dagegen gearbeitet, das Neue geleugnet oder Abänderungen angerathen, die Ergebnisse herabgezerrt, angefeindet; das ruhige Urtheil wird getrübt und in Verwirrung gebracht und weite Kreise werden der Sache entfremdet."

Berlin im Januar 1897.

F. Koester, Ingenieur.

Kleinere Mittheilungen.

Ueber die Lufthügeltheorie. Wie man über so manche flugtechnische Fragen noch nicht ganz im Klaren ist, so ist man es auch nicht in Bezug auf die Art der Wirkung der Luft auf Widerstandsflächen. Eine der neuesten Ansichten darüber veröffentlichte v. Loessl in dem Buche „Die Luftwiderstandsgesetze" unter dem Namen Lufthügeltheorie. Dieses Buch und die darin enthaltenen Ansichten sind an dieser Stelle schon öfters besprochen worden, immer jedoch von Anhängern der Lufthügeltheorie[1]). Ich bin zwar auch kein Leugner des Lufthügels; dass dieser aber solche Eigenschaften besitzt und so wirkt, wie es Loessl annimmt, bezweifle ich sehr.

Da manchen Lesern die Loessl'sche Lufthügeltheorie vielleicht unbekannt ist, gebe ich hier kurz ihre Grundsätze wieder[2]).

Nach der genannten Theorie bildet sich vor senkrecht in der Luft vorschreitenden Flächen auf der Vorderseite derselben, ein aus Luft bestehender Stauhügel, welcher die Fläche vollständig bedeckt. Bei rechtwinkelig gegen die Stromrichtung gestellten Flächen, besitzen die Hügelböschungen allseits den gleichen Winkel und zwar 45° gegen die Flächenebene, wie auch gegen die Stromrichtung und laufen in eine Spitze oder Schneide mit 90° zusammen. Auf einer quadratförmigen Fläche ist also der Lufthügel eine vierseitige Pyramide, auf einer Kreisscheibe ein Kegel, auf einem Rechtecke ein Keil etc.

Bei geneigten Flächen nähert sich die Spitze oder Schneide des Lufthügels mehr oder weniger der gegen die Stromrichtung vorspringenden Kante. Das Verhältniss des Schiefstellungswinkels der Fläche α und des Neigungswinkels der Lufthügelböschungen β, ist: $\sin \alpha = tg \beta$.

Die Luft gleitet an den Lufthügelflächen (an den Lufthäuten, wie sie Loessl nennt) ab und der Lufthügel theilt den so erlittenen Druck der Fläche mit; da sein Inneres aber unbeweglich ist, wirkt er wie eine mit comprimirter Luft gefüllte Blase, so dass die Fläche an allen Stellen gleichen Druck erleidet.

Unebenheiten der Fläche bleiben so lange ohne Wirkung auf die Widerstandsverhältnisse, als sie der Bildung des Lufthügels nicht hinderlich sind. Erhöhungen dürfen also die Lufthäute nicht durchdringen.

Der Druck, den eine Fläche erleidet, ist dem quadratischen Ausmafse derselben proportional, so dass für kleine Flächen dieselben Widerstandsgesetze gelten wie für grosse.

Das sind in Kürze die Lufthügelgesetze.

Die Existenz des Lufthügels will Loessl durch Flammen herausgefunden haben, indem diese an gewissen, dem Lufthügel entsprechenden, Stellen ruhig weiter brannten, ausserhalb desselben aber sofort erloschen.

Dem ist zu entgegnen, dass Dr. Mach gefunden hatte, dass eine hart vor einer Widerstandsfläche befindliche Flamme eine pilzartige Deformation erleide. Übrigens hat ja Dr. Mach die Luftströmungen photographirt (Heft 6, 1896); von einem Loessl'schen Lufthügel ist aber nichts zu sehen.

Der Widerstand einer Fläche wird erzeugt, indem die Luft an den Lufthäuten abgleitet; deshalb sind die eigentlichen Widerstandsflächen die Böschungsflächen des Lufthügels. Nach Loessl bildet sich aber vor j e d e r Widerstandsfläche

---

[1]) Ztschr. 1896: Heft 1. Platte „Segelflug oder Ruderflug." Heft 4/5. Ritter Winddruck auf Cylinder und Kugelflächen". Heft 7. Zeppelin „Bemerkungen zu dem Werke Loessl's u. s. w." Heft 8/9. Popper „Flugtechnische Studien."

[2]) Siehe das Buch „Luftwiderstandsgesetze" von Seite 31—104.

ein Lufthügel, und ich sehe darum nicht ein, warum die Lufthäute das Privilegium besitzen sollten, dem Lufthügelgesetz nicht unterworfen zu sein!

Erhöhungen bleiben ohne Einfluss auf die Luftwiderstandsverhältnisse, solange sie die Lufthäute nicht durchdringen.

Wenn man also der Fläche solche Erhöhung geben möchte, dass der vom Lufthügel eingenommene Raum fast ganz erfüllt wäre, so sollte das noch keine Widerstandsveränderung hervorrufen!

Sind ferner stumpfe Pyramiden und schwache Wölbungen der Fläche nicht blosse Erhöhungen derselben? Sie durchbrechen die Lufthäute nicht, haben also keinen Einfluss auf den Widerstand. Und doch stellt Loessl für solche Körper specielle Formeln auf und sagt sogar später, dass schon eine sehr schwache Convexität der Fläche genüge, um den Widerstand auf die Hälfte herabzudrücken.

Bezüglich der Druckvertheilung nimmt Loessl an, dass diese auf der ganzen Fläche die gleiche ist, was er durch folgenden Versuch beweisen will:

Eine kreisrunde Fläche wurde so in zwei flächengleiche Hälften getheilt, dass der eine Theil eine Kreisscheibe bildet, um welche der andere, ein Kreisring, herumlief. Nun wurden beide Theile so aufgehängt, dass sie eine horizontale Ebene bildeten und überdies so miteinander verbunden waren, dass falls sich der eine Theil hinauf bewegte, der andere hinunter musste. Die gemeinsamen Aufhängefäden liefen nämlich oben über Rollen, welche die Bewegung der einen Fläche der anderen mittheilten. Die ganze Vorrichtung wurde dann mittelst eines weiteren Fadens emporgezogen; falls bei dieser Bewegung der mittlere Theil einen grösseren Druck zu erleiden hätte, so müsste er, so behauptet Loessl, zurückbleiben, die Ringfläche dagegen müsste sich emporbewegen.

Ich behaupte, dass dies nicht unbedingt eintreffen muss; so lange die Druckdifferenz so gross ist, dass die dadurch erzeugte Bewegung der Flächen diese Differenz aufhebt, bleiben die Flächen in Ruhe. Es bewegt sich nämlich der minder gedrückte Theil mit der gemeinsamen Bewegung, wogegen für den anderen Theil wirklich eine kleinere Geschwindigkeit, somit auch kleinerer Druck resultirt. Wenn der Überdruck der Flächen gross ist, wenn z. B. die Flächen in Bezug auf Flächeninhalt sehr differiren, so kommt zwar eine gegenseitige Bewegung zustande, doch wird sie durch den oben erwähnten Umstand stets gehemmt. Da bei dem vorliegenden Versuch die Druckdifferenz offenbar sehr minimal war, ist das Stillstehen der Flächen erklärlich.

Loessl widerspricht sich in diesem Punkte sogar selbst; denn, selbst zugegeben, die Vorderfläche besässe überall gleichen Druck, nimmt dies Loessl keineswegs für die Hinterfläche an. Die rückwärtigen Mittelpartien sind nach ihm weniger gedrückt als die Randtheile. Wie erklärt er dann das Stillstehen der Flächen bei seinem Versuche?

Auch kann Loessl mit seiner Theorie viele Erscheinungen nicht erklären; sie sprechen oft gegen dieselbe. Ich will nur allbekannte Thatsachen erwähnen. Man weiss, dass je kleiner ein Thier ist, desto stärker es ist; bei kleineren Flugthieren finden wir überdies noch eine verhältnissmässig grössere Flügelfläche. Auch die Geschwindigkeit und Zahl der Flügelschwingungen wächst, je mehr das Flugthier an Grösse abnimmt.

Zum Erzielen desselben Effektes verbrauchen also die kleineren Thiere grössere Kraft; sie müssen den grösseren Fliegern gegenüber irgendwo im Nachtheil sein. Und dies liegt in der absoluten Kleinheit ihrer Flügel.

Ferner ist die von Loessl angenommene Gestalt des Lufthügels sehr unwahrscheinlich, worauf schon Popper mit Recht hingewiesen hatte. Die Luft, dieses

unruhige und äusserst bewegliche Element soll geometrische Körper mit scharfen Kanten und Schneiden bilden! Dies ist schon aus folgenden Umstande nicht möglich:

Nehmen wir an, es hätte sich vor einer gleichmässig vorschreitenden Fläche ein Loessl'scher Lufthügel gebildet. Würde nun die Bewegung zunehmen, so müsste sich natürlich auch der Druck vergrössern. Da aber kein Grund vorhanden ist, dass der Lufthügel bei Vergrösserung der Geschwindigkeit an Masse zunehmen sollte, und da er jetzt der Fläche einen grösseren Druck mittheilen soll, so kann nichts anderes geschehen, als dass er seine frühere Gestalt einbüssen muss; damit stimmen auch die Photographien des Dr. Mach überein.

Noch etwas über die Versuche Loessl's. Dass die Versuche mit den sogen. Wagapparaten nicht stichhaltig sind, habe ich bereits gezeigt. Bezüglich der Experimente mit dem Rundlaufapparate sei erwähnt, dass diese selbst Loessl nicht als absolut richtig ansieht. Zwei Fehlerquellen vermisse ich unter den in seinem Buche angeführten.

Ich behaupte, dass infolge der grossen Nähe der beiden Flächen (sie beträgt 3 m und weniger) die Resultate abweichend sein müssen; denn sie behalten während der ganzen Bewegung ihre Entfernung bei und stören sich deshalb gegenseitig.

Auch folgen die Flächen sehr schnell hintereinander, so dass sie nie auf ruhige Luft treffen. Loessl sagt zwar, durch Kerzenflammen das Gegentheil gefunden zu haben; wenn wir aber die Sache näher betrachten, so müssen wir zu dem Resultate kommen, dass dies unmöglich ist.

Zwei Flächen folgen einander in einer Entfernung von 4 m mit einer Geschwindigkeit von 1 bis 10 m s. Wo also vor einigen Secunden, ja sogar vor einem Bruchtheil derselben die eine Fläche war, befindet sich bereits die zweite. Und in einer solchen Zeitspanne soll sich die Luft bereits beruhigt haben!

Wie ich schon erwähnt hatte, bestreite ich die Existenz und Bildung des Lufthügels nicht. Ich bin aber überzeugt, dass dieser anderer Natur ist, als der von Loessl angenommene. Nächstens hoffe ich bezüglich meiner Ansichten darüber einige Mittheilungen machen zu können.

H. Vavrecka.

Drachen- und Schraubenflieger. (Duplik.) Der im Octob./Novbr.-Hefte (1896) enthaltenen Erwiderung des Herrn Kress begnüge ich mich Folgendes entgegenzustellen:

Was beweisen, zumal Angesichts des Unglücks Lilienthal's, die Modell-Versuche mit Kress'schen und anderen Drachenfliegern, für deren genügende Stabilität gegenüber den Anforderungen der realen Flugmaschine, die mit enormer Geschwindigkeit gegen jeden Wind fliegen soll? Bei der Ausführung der wirklichen Flugmaschine zeigen sich aber erst die Schwierigkeiten der Stabilität und Steuerbarkeit, denn es kommen dabei ganz andere Luftstossgeschwindigkeiten in Betracht und innerhalb des Bereiches der Modell-Dimensionen sind die Unterschiede und Schwankungen in Richtung und Stärke des Windes natürlich auch nur geringe.

Insecten- und Vogelflug beruhen doch auf gleichen theoretischen Principien („Die Natur ist Einheit in der Vielheit," A. v. Humboldt), nur die praktische Construction ist verschieden. Die Flugmaschine muss aber den Insectenflug (Schwirrflug) nachahmen, durch rasch rotirende Schraubenflieger. Der Drachenflieger beruht auf ganz conträren Principien, als der Vogelflug: Rückwärts- anstatt Vorwärts-Impuls der Schwere auf der schiefen Ebene! Vogelflug und Schraubenflieger mit vorgeneigter Achse haben aber den mächtigen Vorwärts-Impuls der Schwere!

Wenn ich sodann vom ungünstigen Vortrieb-Effect der Horizontalschraube gegen Tragschraube sprach, so ist hier doch selbstverständlich „Nutzeffect" zu verstehen, der bei dem Schraubenflieger im Vorwärtsflug aber grösser ist, da die Flügel intermittirend, schlagartig, pulsirend die Luft treffen (wie Vogelflug) nicht continuirlich, gleichmässig, (wie Horizontalschraube). Herr Kress hat offenbar diesen „Sinn" nicht erfasst. Dass der absolute Effect des Vortriebs mit dem Neigungswinkel gegen die Horizontale wächst, ist wohl mehr wie selbstverständlich. Es liegt doch auf der Hand, leuchtet auf den ersten Blick ein, dass bei Horizontalbewegung der Nutzeffect (relativer Effect) der Tragschraube in ganz anderem, unvergleichlich höherem Grade wächst, als bei der Horizontalschraube.

Wenn ferner nach Herrn Kress eine Blechschraube von 20 gr Gewicht bei 30 m Steighöhe 20 secmkg Arbeit angeblich erfordert, so übersieht Herr Kress, dass diese Arbeit nicht nur zur Steighöhe, sondern auch zum gemächlichen Herabsinken der Schraube aufgezehrt wird.

Dies Beispiel beweist aber auch insofern rein Nichts, als es sich beim Fliegen nicht um Emporsteigen, sondern raschen Horizontal-Wellenflug handelt. Da Herr Kress nun aber schnell rotirende, starke Schraubenflieger, mit Aufspeicherung lebendiger Kraft behufs Abflugs und genügender Stabilität, für „nicht erlaubt" erklärt, so hängt füglich die Lösung des Flugproblems von — der gütigen Erlaubniss des Herrn Kress ab.

E. Kreiss.

Vereinsnachrichten.

Oberrheinischer Verein für Luftschiffahrt.

Im Juli 1896 wurde von einer Anzahl von Freunden der Luftschiffahrt die Frage angeregt, in Strassburg, Els., wie in andern grossen Städten, einen Verein für Luftschiffahrt ins Leben zu rufen. Bereits in der ersten Zusammenkunft am 24. Juli v. J. zeigte es sich, dass dieses Unternehmen für Strassburg überaus durchführbar ist. Das Interesse für den neu zu gründenden Verein führte etwa 50 Herren aller Stände in den kleinen Saal des Strassburger „Bratwürstglockle." Nachdem der Vorstand des meteorologischen Landesdienstes von Elsass-Lothringen Herr Dr. Hergesell uud Herr Sec. Lieutenant Schering über eine jüngst von Strassburg aus unternommene Freifahrt mit dem Ballon der Festung quer über den Schwarzwald und Herr Hauptmann Mödebeck über die geplante Nordpolfahrt des Luftschiffers Andrée Bericht erstattet hatten, constituirte sich der Verein. Ein provisorisches Präsidium erhielt den Auftrag, in der nächsten Versammlung die Statuten zur Vorlage zu bringen. Den Vorsitz übernahm der Major im Generalstabe Herr von Pannewitz.

1. Versammlung des Oberrheinischen Vereins für Luftschiffahrt, Freitag den 17. October 1896, 8 Uhr 30 Min. A. im kleinen Saal des Civil-Casinos. Vorsitz: Herr Major von Pannewitz.

Der Herr Vorsitzende begrüsste die Versammlung, indem er für das zahlreiche Erscheinen der Mitglieder und das hierdurch bethätigte Interesse seinen Dank aussprach.

Hieraufsetzte Herr Hauptmann Mödebeck kurz den Zweck und die Aussichten des Vereines auseinander, betonte insbesondere unter Anderem, dass der Verein

die Zwecke der Luftschiffahrt praktisch fördern werde und dass das Interesse der Mitglieder durch interessante Unternehmungen, geeignete Vorträge, Halten und Vertheilen von Fachzeitschriften etc. wach gehalten werden wird. Zum Schluss erfolgte die Mittheilung, dass die Mitgliederzahl bereits die Zahl 120 überschritten habe und dass sich schon Herren in Basel, Metz, Stuttgart etc. zum Eintritt gemeldet hätten. Der Verein erhielt die Bezeichnung, „Oberrheinischer Verein für Luftschiffahrt."

Es folgte ein Vortrag des Herrn Dr. Hergesell über die Benutzung des Ballons zu wissenschaftlichen Zwecken. Der Herr Redner zeigte den grossen Nutzen, den die Fahrten bemannter Ballons der Physik der Atmosphäre gebracht haben, und wies vor allen Dingen auf die hohe Bedeutung der neuesten Ballonunternehmungen, nämlich das Auflassen unbemannter Ballons, die mit selbstregistrirenden Apparaten versehen sind, hin.

Endlich wurden die vorläufigen Satzungen durchberaten und genehmigt. Der provisorische Vorstand wurde bestätigt. Derselbe besteht aus folgenden Mitgliedern

1. Vorsitzender: v. Pannewitz, Major im General-Stabe 15. A. K.

2. Vorsitzender: Dr. phil. Hergesell, Vorstand des meteorologischen Landesinstitutes von Elsass-Lothringen.

1. Schriftführer; Moedebeck, Hauptmann und Kompagniechef im Fuss-Artillerie-Regiment Nr. 10.

2. Schriftführer: Baron, Premier-Lieutenant im Infanterie-Regiment Nr. 132.

Schatzmeister: Bauwerker, Steuerinspektor.

Bibliothekar: Schering, Seconde-Lieutenant und Adjutant im Infanterie-Regiment Nr. 143.

Beisitzer: Braun Dr. phil., Professor an der Universität.
Euting, Dr. phil., Professor an der Universität, Ober-Bibliothekar.
Hildebrandt, Sec.-Lieutenant im Fuss-Artillerie-Regiment Nr. 10.
Knopf, Hauptmann u. Kompagniechef im Infanterie-Regiment Nr. 132.
Leiber, Dr. jur., Justizrath, Beigeordneter der Stadt Strassburg.
Tornquist, Dr. phil., Privatdocent an der Universität.

2. Versammlung am Donnerstag, den 10. Dezember 1896, 8 Uhr 30 Min. A. im Kasino des Infanterie-Regiments Nr. 132.

Vorsitz: Herr Major von Pannewitz.

Nach einer kurzen Begrüssungsansprache Seitens des Herrn Vorsitzenden, erhielt Herr Hauptmann Mödebeck das Wort zu folgendem Vortrage: „Der Bau des Ballons Strassburg". Der Herr Redner schilderte in kurzen Zügen die Schwierigkeiten, mit welchen dieser Ballonbau zu kämpfen hatte. Galt es doch in dem kurzen Zeitraum von 14 Tagen mit einem Material, welches zum grössten Theile von auswärts bezogen werden musste, den Bau bestimmt zu vollenden, dazu noch mit Arbeitskräften, welchen keinerlei Übung oder Erfahrung zur Seite standen. — Am Donnerstag den 12 November v. J. wurde der fertige Ballon mit Zubehör und Instrumenten Sr. Durchlaucht dem Fürsten von Hohenlohe-Langenburg, Statthalter in Elsass-Lothringen, Ihren Excellenzen dem commandirenden General des XV. A. K. Herrn von Falkenstein, dem Staatssekretär Herrn von Puttkammer, dem Kommandeur der 31. Division Herrn Freiherrn von Böcklin, dem Bürgermeister der Stadt Strassburg Herrn Back und verschiedenen anderen eingeladenen Herren mit kurzem erläuterndem Vortrage im Hofe des alten Schlosses vorgeführt. Am 13. November wurden die Mitglieder des Vereines zur Besichtigung eingeladen. Die Mittel für diesen nur zu wissenschaftlichen Zwecken dienenden Ballon sind seitens der Landes-

regierung dem meteorologischen Landesinstitut überwiesen worden. Der Verein hat sich mit einer geringen Summe betheiligt.

In der Nacht vom 13. zum 14. November früh 2 Uhr einundfünfzig Min. M. E. Z. erfolgte vom Steinthorplatz aus die Auffahrt, welche glücklich von Statten ging.

Im Anschluss an diese Mittheilungen erfolgte der Bericht des Herrn Dr. Hergesell über „die Ergebnisse der Internationalen wissenschaftlichen Auffahrten" in der Nacht vom 13. zum 14. November 1896".

Den Schluss der Versammlung bildeten geschäftliche Mittheilungen.

3. Versammlung am Sonnabend, den 23. Januar 1897 im Vereinslokal Civilkasino, $8^1/_2$ A.

Vorsitz: Herr Dr. Hergesell.

Tages-Ordnung: 1. Vortrag des Herrn Lieutenant Hildebrandt über „die neuesten Versuche und Projekte mit Flugmaschinen mit Darstellung von Projektionen mittels Skioptikum durch das Vereinsmitglied Herrn Photograph Bauer".

2. Vorschläge des Vorstandes über die Beschaffung der Mittel zum Bau eines Vereinsballons.

Betr. Punkt 2 wurde beschlossen, Antheilscheine von 20 M. auszugeben, rückzahlbar vom Jahre 1901 ab, ferner die einmalige Zahlung der Summe von 50 M. unter Fortfall der jährlichen Beitragszahlung von 4 M. Beide Vorschläge wurden einstimmig genehmigt. Als Vereinsorgan wurde die Berliner „Zeitschrift für Luftschiffahrt und Physik der Atmosphäre" endgültig angenommen. —

Die nächste Versammlung findet voraussichtlich am 19. Februar statt.

Baron.
Premier-Lieutenant und 2. Schriftführer.

Tagesordnung der Versammlung am Donnerstag, den 25. Februar.

1. Vortrag des Herrn Premierlieutenant Baron. Thema: „Ueber Freifahren".
2. Vorläufiger Bericht über die zweite internationale meteorologische Simultanfahrt am 18. Februar (vergl. Mittheilung Nr. 5).
3. Geschäftliche Mittheilungen.

Die gleichzeitigen wissenschaftlichen Ballonfahrten vom 14. November 1896.

Von **Richard Assmann.**

Aus mehrfachen kurzen Notizen in der „Zeitschrift für Luftschiffahrt“ ist es deren Lesern bekannt, dass bei Gelegenheit unserer wissenschaftlichen Ballonfahrten wiederholt Versuche gemacht worden sind, um gleichzeitige Auffahrten von Ballons mit gleichartiger instrumenteller Ausrüstung von verschiedenen Orten aus zu Stande zu bringen. Es musste nahe liegen, den Münchener Verein für Luftschiffahrt, dessen Programm dem unsrigen sehr ähnlich war, und welcher auch eine wohl als gleichwerthig anzusehende instrumentelle Ausrüstung benutzte, in erster Linie für den Plan gleichzeitiger Auffahrten zu gewinnen: trotz aller Bemühungen und trotz wiederholter Telegramme, welche von den Vorbereitungen zu unseren Auffahrten Nachricht gaben, gelang es nicht ein einziges Mal zum Ziele zu kommen. In St. Petersburg und in Stockholm, wohin ebenfalls wiederholte telegraphische Benachrichtigungen abgesandt wurden, glückte es, am 15. Juli 1893, sowie am 4. August und am 9. August 1894 gleichzeitige wissenschaftliche Auffahrten auszuführen, über deren Ergebnisse in dem grossen zusammenfassenden Werke, welches in der Bearbeitung begriffen ist, berichtet werden wird.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass die Vornahme gleichzeitiger Luftfahrten von verschiedenen Orten aus unter Benutzung völlig gleichwerthiger, nach einem gemeinsamen Plane geregelter Beobachtungs-Methoden einen ganz erheblich grösseren Werth besitzt als die Ausführung einer einzelnen oder auch mehrerer von derselben Stelle aus unternommener Aufstiege. Es wird hierdurch gewissermassen eine Synopsis der höheren Atmosphärenschichten ermöglicht und zwar eine solche der sogenannten „freien“, nicht von dem Einflusse der Bodenerhebungen abhängigen Atmosphäre, wie dies bei den Berg-Observatorien der Fall ist. Nimmt man an, dass es einigemale gelänge, zunächst in den verschiedenen Theilen Europas gleichzeitig eine grössere Zahl von gleich ausgerüsteten Ballons mit sicheren und geübten Beobachtern zum Aufsteigen zu bringen und dass der Wind nach Richtung und Stärke das Vordringen eines jeden dieser Ballons bis in die Nähe des Auffahrtsortes eines oder einiger der übrigen zu Stande brächte, so müsste man eine Reihe von Querschnittsbildern durch die Atmosphäre erhalten, welche Aufschluss geben würde über die wichtigsten gleichzeitigen Vorgänge und Erscheinungen entlang den verschiedenen Ballonbahnen. Und in diesen könnten fortlaufend zahlreiche gleiche Zeitpunkte der Betrachtung unterzogen und zur Darstellung von Wetterkarten der höheren Luftschichten benutzt werden, welche, zeitlich und örtlich an einander an-

schliessend, Einblicke von ungeahnter Tragweite in die Mechanik der Atmosphäre zu geben vermöchten. Trifft man nun ferner noch Vorsorge, dass durch Zuhülfenahme von Ballons, welche in erheblich höhere Schichten vorzudringen geeignet sind, weitere Querschnittsbilder gewonnen werden, welche über den ersteren liegen, so würde man, indem man so der Untersuchung in horizontaler Beziehung noch diejenige in verticaler hinzufügt, ein Material gewinnen, welches sich als eine wahre Fundgrube des Wissenswerthen erweisen müsste.

So darf man wohl behaupten, dass solche simultanen Ballonfahrten als die höchste Stufe der wissenschaftlichen Luftschiffahrt angesehen zu werden verdienen.

Als mit dem Ende des Jahres 1894 die Reihe unserer Luftfahrten abgeschlossen werden musste, weil die von Seiner Majestät dem Kaiser bewilligten reichen Mittel aufgebracht waren, zeigte es sich, dass ein wichtiger Theil des Programms, die Ausführung von Aufstiegen unbemannter Registrirballons in die grössten erreichbaren Höhen, noch grösstentheils unerledigt geblieben war, und zwar wesentlich ans dem Grunde, weil die bei sechs solchen Experimenten gewonnenen Registrirungen den strengen Anforderungen an Zuverlässigkeit nicht genügten, welche man bei der grundsätzlichen Wichtigkeit der Sache glaubte stellen zu müssen. In der darauf an Seine Majestät gerichteten Bitte um Bewilligung von Mitteln zur Drucklegung der Ergebnisse der bisherigen Ballonfahrten wurde deshalb dem Wunsche Ausdruck gegeben, eine Reihe von ergänzenden Beobachtungen mittels unbemannter Registrirballons, und zwar, wenn irgend erreichtbar, in der Form gleichzeitiger Veranstaltungen mit unseren westlichen Nachbarn, ausführen zu können. Für diese gemeinsame Thätigkeit konnte damals nur Frankreich in Frage kommen, da nur dort noch, wo durch die Herren Renard, Hermite und Besançon die ersten derartigen Versuche zur Ausführung gebracht waren, dieser Zweig der wissenschaftlichen Luftschiffahrt gepflegt wurde.

Nach abermaliger Bewilligung der Mittel durch Seine Majestät wurden von Berlin aus Verhandlungen mit Paris angeknüpft, welche in erfreulichster Weise zeigten, dass der wissenschaftliche Sinn in den betheiligten Kreisen stark genug war, um alle etwa sonst vorhandenen Bedenken in den Hintergrund zu drängen. Es muss zur Ehre der französischen Forscher, in erster Linie der Herren Hermite und Besançon, welchen sich der hochangesehene Herr de Fonvielle anschloss, ausdrücklich festgestellt werden, dass dieselben in der liebenswürdigsten Weise unseren Vorschlägen auf halbem Wege entgegenkamen und dass nur ein Missverständniss nebensächlicher Art eine erste gemeinsame Auffahrt im Sommer 1896 verhinderte.

Und zwar war es die Verschiedenheit der Methoden, die man in Paris und in Berlin bis dahin angewandt hatte, welche dem Plane in den Weg trat. In Paris glaubte man mit einem gewöhnlichen, nur besonders leicht construirten, in einem mit „Silber-Papier“ umgebenen Korbe befind-

lichen Barothermographen von Richard frères die Lufttemperatur messen zu können, ohne dass der Einfluss der Sonnenstrahlung einen wesentlichen Fehler hervorriefe. Die bei dem schnellen Auf- und Absteigen des Ballons auftretende „natürliche Ventilation" sollte zur Beseitigung des Strahlungs-Einflusses genügen. Unsere reichen Erfahrungen mit dem Aspirationsthermometer liessen uns dagegen wohlbegründete Zweifel an der Zuverlässigkeit von Aufzeichnungen „unaspirirter Thermometer" oder Thermographen hegen, weshalb bei den Auffahrten unseres Ballons „Cirrus" eine photographische Registrirung eines besonders stark „aspirirten" Thermometers stattfand. Die auch trotzdem nicht als völlig „strahlungsfrei" erscheinenden bisherigen Ergebnisse rechtfertigten den Schluss, dass ein „unaspirirtes" Instrument unter allen Umständen dann, wenn die „natürliche Ventilation" aufhört, also während der Gleichgewichtslage des Ballons, unmöglich richtige Werthe liefern könne. Da man in Frankreich dieser Schlussfolgerung nicht zustimmte, schlug Herr Hermite vor, zunächst die Leistungen der beiden fraglichen Registrir-Apparate durch einen gemeinschaftlichen Aufstieg in Paris zu vergleichen. So sachgemäss auch dieser Vorschlag war, so musste doch der erheblichen Kosten halber und aus anderen Gründen auf dessen Ausführung verzichtet werden; dagegen wurde nun von Berlin aus über einen Plan mit Paris verhandelt, welcher dahin zielte, mit identischen Apparaten einen gleichzeitigen Aufstieg während der Nachtzeit auszuführen, um so den Einfluss der Sonnenstrahlen gänzlich auszuschliessen. Im Interesse eines zu erzielenden Einvernehmens wurde der französche Registrir-Apparat für diesen Zweck acceptirt und ein solcher durch Vermittelung des Herrn Hermite bei Richard frères bestellt.

Inzwischen hatte sich Gelegenheit gefunden, mit anderen französischen Gelehrten über den Plan gemeinsamer Aufstiege von „Ballons sonde" in persönlichen Meinungs-Austausch zu treten: Herr Teisserenc de Bort stimmte demselben bei einem Besuche des Meteorologischen Instituts in Berlin zu, Herr W. de Fonvielle liess durch einen Beauftragten seinem persönlichen Interesse an der Sache mündlichen Ausdruck geben. Eine Erweiterung erfuhr der Plan durch den Besuch des an Stelle von H. Wild neu ernannten Directors des Physikalischen Central-Observatoriums in St. Petersburg, des Herrn Generalmajor Rykatscheff, welcher sich bereit erklärte, nicht nur bei dem beabsichtigten Aufenthalte in Paris auf eine Beschleunigung des ersten gemeinsamen Experimentes hinwirken, sondern auch unter allen Umständen eine Theilnahme des russichen Lustschifferparkes veranlassen zu wollen.

Dieses war die Sachlage, als die in Paris tagende internationale Conferenz von Directoren meteorologischer Institute die Frage internationaler simultaner Ballonfahrten zu der ihrigen machte und in Folge dessen zu den aus dem Artikel des Herrn Dr. Hergesell im October - November - Heft dieser Zeitschrift vom Jahre 1896 ersichtlichen Beschlüssen gelangte. Aus dem vorher bestehenden Triumvirat der leitenden Persönlichkeiten in Paris,

St. Petersburg und Berlin wurde nun eine Commission aéronautique internationale, deren Vorsitz dem in Paris mit anwesenden verdienstvollen Vorstande des meteorologischen Landesdienstes von Elsass-Lothringen, dem oben genannten Herrn Dr. Hergesell in Strassburg i. E. seitens des internationalen meteorologischen Comité's übertragen wurde.

Es ist hier nicht der Ort, alle diejenigen Gelehrten namhaft zu machen, welche an diesem Plane gemeinsamer Ballonfahrten mehr oder weniger erfolgreich mitgewirkt haben, zumal dies auch durch den erwähnten Artikel in Nr. 10/11 dieser Zeitschrift geschehen ist. Unsere Leser wissen aus mehrfachen Notizen aus den letzten Jahren und besonders aus dem in Nr. 7 des 7. Bandes (1888) bei Gelegenheit der Feier der 100. Sitzung des Deutschen Vereines zur Förderung der Luftschiffahrt gehaltenen Vortrage des Herrn von Bezold, dass auf die Bedeutung gleichzeitiger Auffahrten zuerst von dem hochberühmten Pariser Gelehrten und Luftschiffer Gaston Tissandier hingewiesen worden ist. Nun ist dieser schöne und fruchtbare Plan zur Ausführung gekommen und wird, wie wir im Interesse der Sache hoffen, sich zu einem unzerreissbaren und engen wissenschaftlichen Bande aller derjenigen Nationen auswachsen, welche in der Lage sind, sich an der gemeinsamen Erforschung der Atmosphäre zu betheiligen.

Man darf der Commission aéronautique internationale, welche sich zunächst aus den Herren Hermite und Fonvielle in Paris, Pomortzeff in St. Petersburg, Rotch in Boston (Nord-Amerika), Hergesell in Strassburg, Erk in München und dem Schreiber dieser Zeilen zusammensetzte, späterhin sich aber durch die Herren Andrée in Stockholm, Cailletet und Jaubert in Paris und Berson in Berlin verstärkte, die Anerkennung energischer Inangriffnahme ihrer Aufgaben nicht versagen: wenige Wochen nach Zusammentritt derselben wurde ein erstes gemeinschaftliches Experiment kurzer Hand, wir glauben sogar sagen zu dürfen, zu kurzer Hand von Paris aus, wo der natürliche Schwerpunkt dieser Angelegenheit mit Recht liegt, für den 14. November vorgeschlagen und fand trotz der Kürze der Frist an allen Stellen freudige Zustimmung, wenn man sich auch sagen musste, das einzelne Misserfolge nicht zu umgehen sein würden; ein jeder von uns schlug seine Bedenken nieder unter dem Eindrucke, dass niemand fehlen dürfe, wenn es sich um die erste Probe bei einem so erfolgversprechenden Unternehmen handele, wie das der internationalen wissenschaftlichen Simultanfahrten!

Es sei aus diesem Grunde ferne von mir, aus dem, wie wir sehen werden, an manchen Stellen mangelhaften wissenschaftlichen Ergebnissen dieses ersten Versuches ein ungünstiges Urtheil über die Angelegenheit selbst ableiten zu wollen. Aber es erscheint mir, da ich mir in Folge der reichlichen Erfahrungen bei unsern zahlreichen wissenschaftlichen Ballonfahrten der letzten Jahre ein sachverständiges Urtheil anmassen zu dürfen glaube, als eine unbedingte Pflicht, aus dieser ersten Kraftprobe so viel als irgend

möglich zu lernen, um zu verhüten, dass die immerhin nicht unbeträchtlichen Kosten und Mühen solcher Ballonfahrten für die Erzielung minderwerthiger oder nicht einwurfsfreier Resultate aufgewendet werden. Man möge es deshalb, weil eine volle Klarlegung des Werthes von wissenschaftlichen Arbeiten nur durch unverkürzte Wiedergabe des gesammten Materials geschehen kann, dem Verfasser nicht verübeln, wenn er dasselbe an dieser hierzu in erster Linie geeigneten Stelle, soweit es ihm seitens der Theilnehmer übermittelt worden ist, zum Abdruck bringt und in eine unparteiische Kritik desselben eintritt. Aus der offenen Darlegung der „wunden Punkte" ergiebt sich dann am leichtesten das Heilmittel derselben.

In Paris hatte man den Wunsch, die Nacht vom 13. zum 14. November für den ersten gemeinschaftlichen Versuch zu benutzen. Es liegt nahe, die Wahl dieses Termines auf die Initiative des Herrn de Fonvielle zurückzuführen, welcher bekanntlich wiederholt zur Beobachtung von Sternschnuppen oder Kometen Ballonfahrten ausgeführt hat, so am 16. November 1867 und 2. August 1875, am 3. Juli 1881 und im October 1882. Der unter dem Namen der „Leoniden" bekannte Sternschnuppenschwarm, welcher in der Nacht vom 13. zum 14. November die Erdbahn kreuzt, wird im Jahre 1900 ein Maximum seiner Entwickelung erfahren, und man hat deshalb Grund anzunehmen, dass auch in den vorhergehenden Jahren eine Intensitäts-Zunahme erkennbar sein werde. Um nun für derartige Beobachtungen von dem Bewölkungszustande des Himmels unabhängig zu sein, plante Herr de Fonvielle eine Ballonfahrt in der Nacht vom 13. zum 14. November 1896 und wählte die Morgenstunde 2 Uhr aus dem Grunde, weil man um diese Zeit das Culminiren des Meteor-Radianten der Leoniden über Paris erwartete. Dieser Zweck setzte natürlich die Ausführung von Auffahrten mit Beobachtern bemannter Ballons voraus, weshalb auch der Wunsch ausgesprochen wurde, solche neben den das engere Programm bildenden Auffahrten von Registrir-Ballons (ballons sonde) zu unternehmen. Aus unbekannten Gründen blieb dieser Theil des Plans gerade in Paris unausgeführt, während er in Berlin, Warschau und St. Petersburg erfüllt wurde. Hierbei sei gleich bemerkt, dass, wie es scheint, in keinem dieser drei bemannten Ballons auffallende Sternschnuppen-Erscheinungen wahrgenommen worden sind.

Auf die erste Nachricht hin von den für die Nacht vom 13/14. November geplanten Ballonfahrten, welche etwa 14 Tage vorher einlief, wurde von Berlin aus telegraphisch zugestimmt unter der Voraussetzung, dass der schon vor längerer Zeit bei Richard frères bestellte Barothermograph bis zum 12. November in unseren Händen sein könne, worauf sofort seitens des Herrn Hermite eine diesbezügliche Zusicherung erfolgte. Die Verwendung „identischer" Apparate erschien uns als eine unerlässliche Voraussetzung für die Vergleichbarkeit der gewonnenen Registrirungen, und so war denn Vorsorge getroffen worden, dass in Paris, in Strassburg und in Berlin solche aus derselben Fabrik hervorgegangenen, durch Herrn Hermite vorgeprüften Barothermo-

graphen in einer völlig gleichartigen Aufhängung von den Ballons in die Höhe genommen werden sollten.

Der Ballon-Barothermograph von Richard frères (jetzt Jules Richard) besitzt ein in mehrere schraubenförmige Windungen ausgezogenes Bourdon'sches Barometer und ein spiralig gebogenes mit Alkohol gefülltes Bourdon-Rohr als Thermometer. Die Montirung ist die denkbar leichteste: ein Aluminiumstativ, welches auf einer ebensolchen Basisplatte befestigt ist, die Registrirtrommel aus demselben leichten Metall, das Uhrwerk mit der thunlichsten Gewichtsverringerung construirt; ein sehr leichtes Holzkästchen, dessen Wände aus Messingdraht-Gewebe bestehen, umgiebt die Apparate, das Gewicht übersteigt kaum 1 kg. An Eleganz und Leichtigkeit ist dieser Apparat unbedingt unübertrefflich, seinem Zwecke ist er aber nicht gut angepasst! Die Unterbringung des Thermographengefässes im Innern des Kästchens muss unbedingt eine Trägheit zur Folge haben; denn man weiss durch die Versuche von Dines genügend, welchen Widerstand schon ein Netzgewebe dem Durchtritt von bewegter Luft entgegensetzt; noch grösser wird aber der Fehler dann, wenn der Ballon in der Gleichgewichtslage schwebt und die natürliche Ventilation gleich Null ist. Ausserdem hat man allen Grund anzunehmen, dass eine Regenbenetzung des Apparates während oder nach der Fahrt empfindliche Störungen hervorrufen oder sogar die auf russüberzogener Papierfläche gezogenen Registrir-Curven rettungslos vernichten müsste. Dass der Kasten des Barothermographen, da er nur durch einige Haken verschlossen gehalten wird, neugierigen und unwissenden Findern keinerlei Hinderniss bietet, um die Aufzeichnungen zu erreichen und mit den Fingern zu berühren, ist unseres Erachtens als ein fernerer Einwurf gegen die Construction Richard's anzusehen: die von dem Pariser Ballon sonde „l'Aérophile III" am 14. November aus fast 14000 m Höhe mit herabgebrachten Curven zeigen so deutlich die Finger-Abdrücke der Landleute von Graide (in Belgien), dass man den Beweis für die Berechtigung unseres obenstehenden Bedenkens als erbracht ansehen muss!

Die Wahrscheinlichkeit, dass es nicht nur bei uns, sondern auch anderswo eine „berechtigte Eigenthümlichkeit" der Mechaniker sei, in Bezug auf Lieferungstermine einer milden und weitherzigen Praxis zu huldigen, bestimmte uns, einen bisher für unsere Freifahrten benutzten und bis zu den grössten Höhen (9150 m) durchaus bewährten Barographen und einen in Aluminium construirten Thermographen, welcher neuerdings bis zu Temperaturen von —80° geprüft wurde, für alle Fälle in Bereitschaft setzen zu lassen, um schlimmstenfalls an Stelle des Richard'schen Apparates in Function treten zu können. Der Barograph, welcher zwei Aneroiddosen enthält, wurde bis zu 50 mm Druck geprüft und seine Scala neu bestimmt; das Gefäss des Thermographen bildet ein mit Amyl-Alkohol bei — 80° gefülltes, ringförmiges Bourdon-Rohr von 10 cm Durchmesser, welches ausserhalb des Kastens angebracht ist. An den Kasten beider Apparate wurden die vorhandenen Glasscheiben durch Alu-

miniumplatten ersetzt und mittels Verschraubungen ein für Uneingeweihte uneröffenbarer Verschluss angebracht.

Als am Nachmittage des 13. November endlich der französische Barothermograph in Berlin eintraf. war die Zeit zu kurz, um noch vor der Auffahrt Prüfungen über sein von dem Transport nicht gestörtes Functioniren anzustellen; es blieb deshalb kein anderer Ausweg übrig, als die Mitführung beider Apparat-Systeme, eine Vorsicht, welche sich auch als begründet herausstellen sollte.

Die Montirung der Apparate sollte nach der Vorschrift von Hermite und Besançon in der Weise stattfinden, dass die Instrumente im Innern eines 1,20 m hohen, 0,40 m im Durchmesser haltenden Korbes aus ganz weitmaschigem Rohrgeflecht befestigt und der Korb selbst an den Seiten mit einem stark glänzenden Metallpapier umgeben wurde, um die strahlende Wärme von den Apparaten fern zu halten. Zwar war für eine Nachtfahrt keine Sonnenstrahlung zu fürchten, aber man musste auch mit der immerhin nicht zu vernachlässigenden dunklen Wärmestrahlung des erheblich wärmeren Erdkörpers, besonders aber mit der Thatsache starker Wärme-Ausstrahlung des Apparates gegen den Weltenraum rechnen. An Stelle des in Frankreich für diesen Zweck üblichen papier argenté, Silberpapier, benutzten wir das ganz erheblich besser polirte „Nickelpapier“ zur Herstellung dieses „panier parasoleil“.

Es liegt kein Grund vor, unseren Wunsch zu verheimlichen, welcher dahin ging, dass sich die um 2 Uhr Pariser Zeit, entsprechend 2 Uhr 51 Min. mitteleuropäischer und 3 Uhr 51 Min. Petersburger Zeit aufsteigenden Ballons sonde noch einige Stunden bis nach dem Sonnen-Aufgange in der Höhe halten und dabei den Einfluss der Sonnenstrahlung auf die Registrirungen deutlich verrathen würden; leider jedoch entzogen sich alle vier Registrirballons diesem „experimentum crucis“ mit einer sonberbaren Beflissenheit.

Am 13. November war gegen Abend alles bereit: die Depeschen, welche von Ort zu Ort verabredetermassen ausgetauscht wurden, ergaben, dass überall eine für unseren Zweck günstige Witterung herrschte, nnd demnach der Aufstieg von allen Orten stattfinden werde. Die Luftschiffer-Abtheilung, deren weitblickender Commandeur ein unermüdlicher Förderer der methodischen Zusammenarbeit von aëronautischer Technik und Wissenschaft ist, machte einen ihrer besten Militirballons fahrbereit, um unseren und der ganzen Welt „höchsten Menschen“, Herrn Berson, nebst einem Offizier der Abtheilung, Herrn Premierlieutenant von Kehler, aufzunehmen. Unser guter alter Seiden-Ballon „Cirrus“, welcher vor Jahren als Militair-Fessel-Ballon das Salzwasser der Nordsee um Helgoland herum wiederholt gekostet und später, nachdem er sich „zur Ruhe gesetzt“, in 6 Fahrten die grössten bisher erreichten, 20000 m übersteigenden Höhen erklommen und dabei das Stückchen Europa zwischen Bosnien, Minsk in Russland und Däne-

mark unter sich fortgleiten gesehen hatte, sollte abermals einen Beweis seiner Unverwüstlichkeit und Unverlierbarkeit abgeben — Niemand dachte daran, dass er, wie alles, was lange liegt, hätte „rosten" können!

Von seinem 250 cbm betragenden Inhalt waren ihm 150 durch reines, elektrolytisch erzeugtes Wasserstoffgas ausgefüllt worden, welches ihm, da sein Eigengewicht mit den drei Apparaten etwa 50 kg betrug, einen freien Auftrieb von 115 kg verlieh. Mit der einfachen, von Herrn Besançon vorgeschlagenen Methode mittels einer durch eine Rolle am Ballontrapez geführten, unten an zwei Stellen verankerten Leine, liessen sich die Apparate in ihrem panier parasoleil bequem montiren, obwohl ein leichter, aber etwas böiger Südostwind den Ballon nicht unerheblich schwanken machte.

Inzwischen war der 1300 cbm fassende, mit 1000 cbm reinen Wasserstoffgases gefüllte Militairballon „Bussard" mit dem bei unseren wissenschaftlichen Ballonfahrten ausnahmelos bewährten Instrumentarium vorschriftsmässig ausgerüstet und mit 3 transportabeln Accumulatorbatterien (mit gelatinösem Elektrolyten) und den zugehörigen drei Glühlampen versehen worden. Um 1 Uhr 53 Min. Pariser Zeit, entsprechend 2 Uhr 44 Min. mitteleuropäischer Zeit, stieg der Bussard, und um 2 Uhr 0 Min. Pariser Zeit, 2 Uhr 51 Min. mitteleuropäischer Zeit, der „Cirrus" zum sternenklaren aber mondlosen Himmel schnell empor; beide nahmen ihren Curs nach NW und entschwanden in wenigen Secunden unseren Blicken.

Ueber die Reihenfolge der Aufstiege, Dauer und Richtung der Fahrten, Landungsorte und mittlere Geschwindigkeiten der übrigen Ballons giebt nachstehende Tabelle Aufschluss.

Ballon	Auffahrtsort	Pariser Zeit		Dauer der Fahrt	Erste Richtung nach	Landung			Mittlere Geschwindigkeit in m p. sec.
							vom Auffahrtsorte		
		Auffahrt	Landung	Std.Min.		Ort	entfernt	in Richtung	
							km		
Bussard	Schöneberg bei Berlin	1h 53m a. m.	1h 32m p.m.	11 39	NW	Volkshagen bei Ribnitz	206	NNE	4.9
Ballon sonde	St. Petersburg	1h 59m „	2h 8m a.m.	9	?	?	?	?	?
Cirrus	Schöneberg bei Berlin	2h 0m „	2h 59m „	59	NW	Grunewald bei Berlin	12	W	3.4 (?)
Strela	Warschau	2h 0m „	10h 15m „	8 15	SSE	Brzozow, Galizien	300	SSE	10.1
Strassburg	Strassburg	2h 4m „	3h 19m „	1 15	NNE	Lauf bei Achern	33	NE	7.3
l'Aérophile III	Paris	2h 6m „	7h 29m „	5 23	NE	Graide bei Namur	235	NE	12.1
General Wannowsky	St. Petersburg	2h 53m „	9h 38m „	6 45	SSW	Pskow	220	SSW	9.1
Akademie	München	5h 43m „	12h 51m p.m.	7 8	E	Etzdorf bei Lungitz	200	E	7.8

In St. Petersburg wurde als Ballon sonde ein alter Militärballon von 640 cbm Inhalt benutzt, welcher mit Wasserstoff halb gefüllt war. Derselbe stieg mit einer Geschwindigkeit von 14 m p. sec. empor, platzte in 1500 m Höhe und war nach 9 Min. wieder am Boden. Der „Cirrus", welcher schon während der kurzen Zeit, welche zwischen seiner Füllung und dem Aufstieg verstrich, beträchtlich an Gas verlor, stieg in 27 Min. mit der verhältnissmässig geringen Geschwindigkeit von 3,6 m p. sec. bis zur Höhe von 5815 m auf und erreichte in 32 Min. die Erde wieder. Ueber seine Fahrtrichtung liess sich Genaueres nicht ermitteln, doch muss man annehmen, dass dieselbe, welche zuerst nach NW ging, in der Höhe nach S geführt und so den Ballon westlich von dem Auffahrtsorte zur Erde gebracht hat. Die geringe Höhe ist ohne Zweifel einem vielleicht bei der Füllung entstandenen und beim Aufstiege erweiterten Riss des Ballons zuzuschreiben. Der Warschauer Ballon fasste 1000 cbm und war mit Leuchtgas gefüllt; geführt wurde er von Offizieren des Militär-Luftschifferparks, den Lieutenants Prinz Obolensky und Ulianin. Der Ballon sonde „Strassburg" war aus gefirnisstem Baumwollstoff in ausserordentlich kurzer Zeit neu gebaut und fasste 350 cbm; das Gewicht der Hülle betrug 50 kg, das Gesammtgewicht aber in Folge eines verhältnissmässig schweren Netzes 77 kg, seine Füllung bestand aus Leuchtgas. Mit einem freien Auftrieb von 200 kg (nach Angabe des Herrn Dr. Hergesell: das Leuchtgas in Strassburg muss demnach die ganz ungewöhnliche Tragkraft von 0,79 kg pro Kubikmeter besessen haben!) stieg der Ballon mit einer Anfangsgeschwindigkeit von 8 m p. sec. auf. Der Ballon sonde „l'Aérophile III" war aus gefirnisster Seide neu gebaut, fasste 381 cbm und war mit Leuchtgas der Gasfabrik la Vilette gefüllt. Sein Gewicht mit allem Zubehör betrug etwa 45 kg. In St. Petersburg wurde der 1000 cbm fassende Militärballon General Wannowsky mit Leuchtgas gefüllt und trug als Beobachter den Commandeur des Luftschifferparks Capitain Kowanko und den Lieutenant Semkowsky. Der dem „Münchener Verein für Luftschiffahrt" gehörige, 1200 cbm fassende Ballon „Akademie" bestand aus gefirnisstem Baumwollstoff und war mit Leuchtgas gefüllt. Er wurde geführt durch Premierlieutenant Freiherr von Guttenberg, als Beobachter fungirte Dr. Erk, Director der k. b. meteorologischen Centralstation. Wegen Mangels elektrischer Glühlampen fand die Auffahrt erst um 6 Uhr 34 Min. M. E. Z. statt.

Die bei der Auffahrt in Verwendung genommenen Beobachtungs- und Registrir-Instrumente waren folgende.

Wie schon erwähnt, hatte der Berliner Freiballon „Bussard" seine volle instrumentelle Ausrüstung, wie sie bei unsern wissenschaftlichen Ballonfahrten üblich ist; dieselbe besteht aus einem Quecksilber-Gefässbarometer mit compensirter Scala, einem Bohne'schen Aneroidbarometer und einem von Richard frères in Paris construirten Barographen. Die Temperatur und

Feuchtigkeit der Luft wird mittels eines dreifachen Aspirations-Psychrometers gemessen, welches zwei „feuchte" und ein „trockenes" Thermometer besitzt, um eine Unterbrechung der Ablesungen durch das in Pausen von 15 bis 20 Min. erforderliche „Befeuchten" zu vermeiden. Ausserdem befindet sich an demselben noch ein kleines Haarhygrometer als Aushülfe-Instrument. Der Apparat ist an einem hölzernen Galgen montirt und befindet sich 1,60 m vom Korbrande entfernt; die Ablesungen erfolgen mittels eines Fernrohres, um jede Beeinflussung der äusserst empfindlichen Thermometer durch den Korb und dessen Insassen auszuschliessen. Ein Schwarzkugelthermometer wird an einer Korbleine befestigt und wird bei Tagfahrten immer im Sonnenschein erhalten.

Der Ballon sonde in St. Petersburg trug einen gewöhnlichen Barographen und Thermographen.

Der „Cirrus" trug in dem seitens der französischen Forscher vorgeschlagenen „panier parasoleil" den von Richard frères in Paris angefertigten Barothermographen; ausserdem aber wurde noch ein für grosse Höhen eingerichteter Richard'scher Barograph und ein von R. Fuess in Steglitz construirter Thermograph in dem Korbe befestigt. Letzterer besitzt ein ringförmiges mit Alkohol gefülltes Bourdon'sches Rohr als Thermometergefäss. Die Registrirungen erfolgten auf berusstem Papier, bei dem Pariser Barothermographen mittels der gewöhnlichen Schreibfedern, bei den beiden anderen Apparaten mittels kleiner in die Schreibhebel eingeschraubter Metallstifte. Bei dem ersteren muss während der Montirung der Apparate am Ballon in Folge von Erschütterungen die Schreibfeder des Thermographen unbemerkt abgefallen sein, sodass wir die Registrirung der Temperatur allein der Mitführung des zweiten Thermographen verdanken. Sowohl in Warschau als auch in St. Petersburg wurden Schleuderpsychrometer benutzt, deren Beobachtung am St. Petersburger Ballon durch Versagen der elektrischen Glühlampen gestört wurde. Im Warschauer Ballon sind die Ablesungen des Schleuderpsychrometers, welches am Ringe des Ballons befestigt worden war, nach Sonnenaufgang unzweifelhaft durch die Wärmestrahlung so stark beeinflusst worden, dass deren Verwerthung beanstandet werden muss. Durch ein Versehen war in St. Petersburg ein Quecksilberthermometer in Verwendung genommen worden, dessen Scala nur bis — 15° reichte, weshalb die unter dieser Grenze liegenden Ablesungen an einem Alkohol-Minimumthermometer ausgeführt werden mussten; ausserdem wurden ein Quecksilberbarometer, ein Aneroidbarometer, ein Barograph, ein Haarhygrometer und ein Hygrograph mitgenommen, während diese Instrumente im Warschauer-Ballon, welcher eine gut functionirende Accumulatorlampe hatte, fehlten.

Der in Strassburg aufgestiegene Ballon sonde führte den französischen Barothermographen in einem vorschriftmässigen „panier parasoleil" mit sich. Ein im Innern des Ballons aufgehängtes Alkohol - Minimumthermometer,

welches an Stelle des von Richard nicht rechtzeitig gelieferten Registrirthermometers mitgenommen worden war, lieferte kein Resultat, da sich der Index desselben bei der Landung verschoben hatte.

Der Pariser Ballon sonde „l'Aérophile III" trug ausschliesslich den Richard'schen Barothermographen in seinem panier parasoleil.

In München wurden ausser einem Barographen zwei Aspirationspychrometer mitgeführt; eines derselben besass die in München beliebte Einrichtung mit „Blasebalgbetrieb" an Stelle des sonst allgemein üblichen Laufwerkes, während das andere ein „Taschen-Aspirations-Psychrometer" mit Laufwerk war. Der „Blasebalgbetrieb" beruht darauf, dass durch die Compression eines von dem Beobachter ununterbrochen zn bedienenden Gummibirnen-Gebläses ein Ejektorstrom im centralen Rohre des Instrumentes erzeugt wird, welcher mechanisch die umgebende Luft mit fortreisst und auf diese Weise einen Aspirationsstrom von gleicher Stärke, wie in dem Laufwerk-Apparat erzeugt, — nota bene wenn der Druck der Hand auf das Gebläse ununterbrochen und in gleicher Stärke erfolgt. Beide Instrumente waren an Leinen ausserhalb des Korbes aufgehängt und wurden zur Ablesung in Sehweite herangezogen. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass der Handbetrieb des Apparates starke Anforderungen an die Muskelthätigkeit und Unermüdlichkeit des Beobachters oder eines Gehülfen stellt, falls man einwurfsfreie Resultate erhalten will; das Taschen-Aspirations-Psychrometer aber, welches für den Gebrauch bei Ballonfahrten keineswegs construirt worden ist, bedingt wegen der ausserordentlichen Empfindlichkeit seiner wenig über 2 mm im Durchmesser haltenden Thermometergefässe und der Dünne des Quecksilberfadens, bei directer Augenablesung eine so bedeutende Vorsicht und Gewandtheit des Beobachters, dass wir in Berlin nach mehrfachen Versuchen von seiner Anwendung im Ballon Abstand genommen haben. Nach den Angaben des Herrn Dr. Erk sollte letzteres in der Sonne „bedeutend höher" gestanden haben als das „Blasebalg-Instrument;" ferner soll auch der „innere Schutzcylinder" des feuchten Thermometers mit Musselin umwickelt und gleichfalls befeuchtet worden sein. Diese Methode soll an anderer Stelle einer Erörterung unterzogen werden.

In Paris war bei der Auffahrt der Himmel bewölkt bei leichtem Südwinde; in Strassburg war schönes Wetter mit schwachem Süd; in München war bei ganz schwachem Südwinde der Himmel bedeckt; in Berlin war es heiter, doch leicht dunstig bei mässigem Südost, in Warschau trübe bei leichtem West, in St. Petersburg heiter bei schwachem Nordwest.

Es sollen nun im Folgenden sämmtliche Beobachtungen und Registrirungen, soweit sie dem Verfasser zugänglich gemacht worden sind, ausführlich wiedergegeben werden, und zwar bei den letzteren sowohl durch Reproduction der Curven selbst, als auch durch eingehende Auswerthung derselben.

I. Ballons sonde.

a) Ballon „l'Aérophile III.", Paris.

Pariser Zeit	Höhe in m	Temp. in C°	Pariser Zeit	Höhe in m	Temp. in C°	Pariser Zeit	Höhe in m	Temp. in C°
2h 6m a. m.	0	+ 5,0	3h 55m a. m.	12750	−54,0	5h 45m a. m.	11000	−59,5
10 „	2065	+ 1,0	4h 0m a. m	12700	−54,5	50 „	10900	**−59,8**
15 „	4290	− 7,0	5 „	12650	−54,8	55 „	10700	−59,7
20 „	6890	−17,5	10 „	12600	−55,0	6h 0m a. m.	10370	−59,0
25 „	8635	−28,0	15 „	12590	−55,0	5 „	10000	−58,0
30 „	10500	−41	20 „	12540	−55,0	10 „	9900	−57,0
35 „	12000	−52	25 „	12500	−55,0	15 „	9630	−56,5
38 „	12700	−54	30 „	12450	−55,5	20 „	9360	−55
40 „	13200	−53	35 „	12400	−56,0	25 „	8950	−54
45 „	13350	−52,5	40 „	12360	−56,0	30 „	8560	−52
50 „	13450	−52,0	45 „	12260	−56,5	35 „	8030	−48
55 „	**13730**	−52,0	50 „	12100	−57,0	40 „	7500	−43,5
3h 0m a. m.	13650	−52,5	55 „	11900	−57,0	45 „	7200	−40
5 „	13350	−53,0	5h 0m a. m.	11800	−57,0	50 „	6590	−35
10 „	13350	−53,0	5 „	11700	−57,5	55 „	6090	−30
15 „	13300	−53,0	10 „	11650	−57,5	7h 0m a. m.	5370	−26
20 „	13200	−53,0	15 „	11650	−57,8	5 „	5120	−22,5
25 „	13100	−53,5	20 „	11600	−58,0	10 „	4660	−19
30 „	13070	−53,5	25 „	11400	−58,0	15 „	3340	−12,5
35 „	13000	−53,5	30 „	11280	−58,5	20 „	2750	− 6
40 „	12800	−54,0	35 „	11250	−59,0	25 „	1770	− 1
45 „	12800	−53,5	40 „	11150	−59,0	29 „	0	+ 3,0
50 „	12800	−54,0						

b) Ballon „Strassburg", Strassburg.

Mitt. Europ. Zeit	Pariser Zeit	Luft-druck in mm	Höhe in m	Temp. in C°	Wahrscheinl. Temperatur	Mitt. Europ. Zeit	Pariser Zeit	Luft-druck in mm	Höhe in m	Temp. in C°	Wahrscheinl. Temperatur
a. m.	a. m.					a. m.	a. m.				
2h 55m	2h 4m	749	140	+ 2,0		3h 35m	2h 44m	305	6870	+ 2,0	−35
57	6	685	855	− 2,0		37	46	320	6530	+ 1,6	−33 1/2
59	8	600	1920	− 1		39	48	335	6215	+ 1,4	−32
3h 1m	10	558	2490	− 3		41	50	345	6005	+ 1,0	−31
3	12	485	3580	− 9		43	52	360	5710	+ 0,5	−30
5	14	450	4150	−12		45	54	378	5370	0,0	−26
7	16	420	4620	−20		47	56	390	5140	− 0,5	−25
9	18	385	5235	−26	rund	49	58	405	4890	− 1,0	−23
11	20	360	5710	−30		51	3h 0m	420	4620	− 1,5	−20
13	22	345	6005	0	−31	53	2	440	4300	− 2,0	−15
15	24	312	6710	+ 2	−34	55	4	460	3990	− 2,5	−10
17	26	292	7175	+ 2,5	−36	57	6	487	3550	− 3,0	− 8
19	28	280	7465	+ 3,0	−37	59	8	495	3430	− 3,5	− 7
21	30	275	7590	+ 3,0	−38	4h 1m	10	530	2890	− 3,8	− 5
23	32	**273**	**7640**	+ 2,5	−38	3	12	560	2460	− 3,5	− 3
25	34	273	7640	+ 2,5	−38	5	14	600	1920	− 3,0	− 1
27	36	275	7590	+ 2,4	−38	7	16	650	1280	− 2,5	0
29	38	280	7465	+ 2,3	−37	9	18	705	625	− 2,0	− 2
31	40	283	7390	+ 2,2	−37	11	20	740	235	− 1,5	0
33	42	290	7225	+ 2,1	−36						

c) Ballon „Cirrus“, Berlin.

Mitt. Europ. Zeit	Pariser Zeit	Luft-druck in mm	Höhe in m	Tem-perat. in C°
a. m.	a. m.			
2h 51m	2h 0m	761	45	— 2,7
52	1	741	220	— 3,8
54	3	685	880	— 5,7
56	5	637	1455	— 6,7
58	7	588	2090	— 3,0
3h 0m	9	543	2717	— 5,3
2	11	505	3286	— 9,0
4	13	474	3780	— 11,5
6	15	448	4180	— 13,4
8	17	419	4690	— 16,8
10	19	397	5060	— 20,2
12	21	383	5300	— 22,0
14	23	366	5640	— 23,5
16	25	359	5743	— 24,7
18	27	**357**	**5815**	**— 26,0**
20	29	376	5370	— 23,8
22	31	393	5076	— 21,8
24	33	418	4710	— 19,1
26	35	437	4300	— 16,1
28	37	466	3835	— 11,2
30	39	492	3450	— 9,5
32	41	515	3100	— 6,6
34	43	538	2780	— 4,1
36	45	558	2500	— 3,0
38	47	583	2205	— 5,2
40	49	605	1860	— 6,8
42	51	639	1430	— 4,3
44	53	668	1086	— 2,0
46	55	692	810	
48	57	717	530	
50	59	762	40	

d) „Ballon sonde“, St. Petersburg.

Mitt. Europ. Zeit	Pariser Zeit	Luft-druck in mm	Höhe in m	Tem-perat. in C°
a. m.	a. m.			
3h 51m	1h 59m	740	240	— 6
52	2h 0	615	1700	— 8
54	2	630	1500	— 13
56	4	660	1100	— 12
58	6	690	780	— 8
4h 0m	8	740	240	— 8

II. Bemannte

a) Ballon

Mittel-Europ. Zeit	Pariser Zeit	Aneroid	Hg Barometer od. auf dieses reducirter Luftdruck	Höhe über N. N.	Psychrometer feucht	Psychrometer trocken, Luft-Temperatur	Psychrometer feucht	Dampfspannung	Relative Feuchtigkeit	Haarhygrometer
		mm	mm	m	C°	C°	C°	mm	%	%
2a 40m	1a 49m	761,5	761,5	50	− 5,0	− 4,2	− 5,1	2,69	80	86
44	58	„Bussard" steigt auf!								
55	2a 4	630,2	629,9	1542	− 8,5	− 2,9	− 8,6	0,03	1	—
3a 14	23	631,0	630,7	1533	− 8,0	− 2,9	− 8,1	0,31	8	—
24	33	629,5	629,2	1551	− 7,7	− 2,5	− 7,8	0,34	9	—
4a 8	3a 12	621,8	621,5	1650	--	− 2,0	—			
21	30	626,2	625,9	1593	− 7,5	− 1,6	—	0,17	4	—
47	56	630,1	629,8	1548	− 6,4	− 0,8	− 6,4	0,50	11½	—
5a 7	4a 16	Auf der Erde ein Feuer in SW (W von Spandau) sichtbar!								
15	24	631,5	631,2	1530	− 5,6(?)	− 1,0	—	—	—	
31	30	620,1	619,8	1676	− 7,0	− 0,4	− 7,0	0,01	0	—
58	5a 7	623,7	623,4	1629	− 6,2	− 0,3	− 6,6	0,25	5½	—
6a 7	16	Wir sind erst westlich der Nordspitze von Oranienburg; mittlere								
18	27	629,8	629,5	1550	− 4,4(?)	− 0,9	− 4,6(?)	—	—	—
28	37	Der ganze Himmel bereits hell!								
39	48	631,3	631,0	1531	− 6,9	− 1,1	− 7,0	0,25	6	—
57	6a 6	632,0	631,7	1522	− 7,1	− 0,8	− 7,2	0,00	0	—
7a 12	21	618,7	618,4	1695	− 5,9	+ 0,6	− 6,0	0,23	5	11
24	33	Sonnen-Aufgang!								
38½	47½	594,4	594,0	2015	− 4,2	− 0,2	—	1,79	40	17
55	7a 4	585,7	585,3	2133	− 3,5	− 0,7	—	2,45	56	22
8a 17	27	577,6	577,2	2243	− 5,2	− 0,9	—	1.46	85	—
46	55	567,6	567,1	2385	− 6,4	− 1,6	− 6,5	0,98	24	48
		Hg Barometer für Ablesungen eingerichtet!								
9a 8	8a 17	546,5	546,0	2686	− 7,4	− 2,9	− 7,5	0,94	25	47
12	21	544,9	544,4	2710						
		Es wird gegessen.								
48	57	533,5	533,8	2866	− 6,8	− 3,9	− 6,9	1,68	49	57
53	9a 2	530,2	530,8	2911						
10a 9	18	509,8	509,7	3230	− 8,8	− 6,1	− 8,8	1,45	50	61
11	20	507,5	507,3	3267						
23	32	491,5	491,1	3523	−10,0	− 7,6	−10,0	1,37	53	68
30	39	472,0	471,3	3847	−12,3	−10,2	−12,3	1,18	53	62
		Plan über die Ostsee zu gehen muss leider aufgegeben werden;								
46	55	448,4	447,3	4250	−14,6	−12,8	−14,7	0,91	53	60
48	57	447,3	446,2	4269		—				
50	59	Ostsee in den Dünsten sichtbar!								
11a 0	10a 9	433,2	431,4	4545	−17,0	−15,4	−17,1	0,72	52	61
7	16	419,0	416,5	4811	−18,5	−16,7	—	0,57	46	60
16	25	Wir sind erst westl. von Röbel am Gr. Müritz See, 115 km von								
23	32	398,0	394,5	5217	−22,6	−21,4	—	0,44	52½	—
28	37	388,6	384,6	5406		—				
41	50	—	378,0	5535	−24,6	−23,8	—	0,30	42	—
43	52	—	371,6	5660	—	−24,4	—			—
48	57		c. 364,0	c 5805	—	—	Nach dem Barographen			
							Unordnung gerathenen Psy			
		Wegen Unordnung am Instrument konnten während des Abstieges								
2p 21	1a 30	Gelandet nach flotter Schleiffahrt von 600—800 m bei Volkshagen,								
		205 km von Berlin. — Bei der Landung								
		Wir fuhren längere Zeit am Schleppgurt, viele Moore								

Ballons.

„Bussard“, Berlin.

Schwarzkugel-Thermometer		Sonne	Bewölkung		Ort des Ballons, Bemerkungen.
Stand	Aktinometrische Differenz		über dem Ballon	unter dem Ballon	
C°	C°				
—	—	—	0^0	—	Vor der Abfahrt klar, sehr sternhell, kalt, SE bis ESE Wind, Stärke 2—3.
					Der Ballon ist nur ca. $^4/_5$ mit Wasserstoff gefüllt und steigt gleich auf 1500 m.
—		—			Wir sind über den Thiergarten (westlich vom grossen Stern) und Moabit gezogen
—		—			und fahren sehr langsam nach NNW.
—		—			In NW bis N Wolkenbank am Horizont.
—		—			
— 3,0	— 2,2	—			Es ist bereits auf der Erde ein bischen heller.
			ci-str^1 in SW		
— 3,0	— 2,0	—			Dämmerung beginnt in SE.
— 2,6	— 2,2	—		5^a 40 Dämmerung sehr stark!	Wir sind bei Oranienburg!
— 2,4	— 2,1	—			In ESE bereits starker Dämmerungsbogen; zwischen den Wolkenhaufen schon röthlicher Schein durchleuchtend.
Geschwindigkeit kaum 9 km pr. St.					
— 2,3	— 1,4	—			Himmel im E ganz hell, rother Saum am ganzen Osthorizont.
— 1,9	— 0,8	—	2^1 ci, cistr, a-str.	$\backsim^0$	Hell, Lampen aus!
— 2,8	— 2,0	—			
— 1,8	— 2,4	—			Fernrohrablesungen ohne künstliches Licht beginnen.
		$\odot^2$			
+ 5,1	+ 5,3	$\odot^2$			Oberer Rand der Horizondünste glänzend erleuchtet!
6,4	7,1	$\odot^2$	1^1 ci, cistr,	$\backsim^0$ stellenweise $\equiv^0$	Wir wollen, falls die Geschwindigkeit irgendwie zunimmt und wir bis Mittag an die Küste kommen, über die Ostsee nach Dänemark oder Schonen hinüber.
11,4	12,3	$\odot^2$			
14,8	15,9	$\odot^2$	„ „	$\backsim^1$ und leichte Wölkchen	
18,5	21,4	$\odot^2$	„ „	(wohl $\equiv$) nehmen im S unter uns zu!	
Schatten!		$\odot^2$	1—2^1 ci, cistr		
		$\odot^2$			
17,3	23,4	$\odot^2$			
14,3	21,9	$\odot^2$	$2-3^{0-1}$ „falsche		Wir fahren für die grosse Höhe sehr langsam!
11,0	21,2	$\odot^2$	„ cirri“		
wir fahren zu langsam!					
13,5	26,3	$\odot^2$	Bewölkung ungeändert!		
Theilweise beschattet!					
(7,6	23,0)	$\odot^2$	3—4° Wolken		Nach Ballastheben leichtes Herzklopfen, Sauerstoff eingeathmet.
12,6	29,8	$\odot^2$	bereits nahe		Höhe und Kälte machen sich nach der Nachtfahrt fühlbar!
Berlin.			über uns.		
12,5	33,9	$\odot^2$			Es wird sehr empfindlich kalt!
					v. Kehler athmet dauernd Sauerstoff, nach Arbeit Herzklopfen.
—	—	$\odot^2$			
— 0,2	24,2				NW Theil des Müritz-Sees unter uns.
ermittelt, da selber mit Instandsetzung des In					Die Geschwindigkeit nimmt erst jetzt beträchtlich zu.
chrometers beschäftigt.					

und nach der Landung keine Beobachtungen ausgeführt werden.
südlich von Ribnitz am Saaler Bodden (Ostseeküste zwischen Rostock und Stralsund)
frischer, sehr böiger SE Wind, kalt!
hinderten die schon $^1/_2$—1 Stunde vorher beabsichtigte Landung.

b) Ballon „General Wannowsky“, St. Petersburg.

Petersburger Zeit	Pariser Zeit	Quecksilber-Barometer	Aneroid-Barometer	Barograph Richard	Höhe in m	Thermometer Quecksilber	Thermometer Alkohol	Hygrometer Haar-	Hygrometer Hygrograph
a. m.	a. m.							%	
4h 45m	2h 58m	Auffahrt des Ballons.							
5h 4m	3h 12m	665	650	655	1100	−13			
9	17	651		655	1260	−14,5		70	
12	20	641		644	1380				
6h 30m	4h 38m		576	566	2320				26
35	43		565	571	2250	−19		38	
47	55	559	557	565	2410	−20		35	
57	5h 5m	548	535	557	2560	−20		33	22
7h 7	15	536	531	542	2730	−20	−21,7	33	
16	24	523	516	522	2900	−20,5	−22,7	32	
24	32	510	506	517	3090	−21,5	−23,2	31	
31	39	506	498	504	3140	−21,8	−24,2	31	21
40	48	496	490	494	3290	−22,8	−25,0	31	
48	56	482	479	481	3500	−22,8	−25,2	31	
50	58	475	473	478	3610	(−23,8)	−26,2	30	
8h 5m	6h 13m	466	462	466	3750	(−24,3)	−26,7	30	21
11	19	460	459	460	3610	(−24,8)	−27,2	31	
21	29	455	450	455	3930	(−22,8)	−25,2	32	
30	38	449	440	444	4030	(−23,0)	−25,4	32	18
36	44	437	437	438	4240	(−22,3)	−24,7	31	
47	55		432	424	4470				
52	7h 0m		426	425	4460	(−21,3)	−23,7		
9h 7m	15		426	425	4460		−18,8	30	16
18	21		426	425	4470			29	
40	48			428	4520	−21,5)		30	13
50	58			419	4600				
10h 5m	8h 13m	435	432	429	4320			27	12
30	28	475	472	481	3670	−20		28	12
54	52	571	576	566	2300	−13		28	
11h 10m	9h 18m	620	620	635	1680			28	15
11 38	46	Landung.							

c) Ballon „Strela“, Warschau.

Warschauer Zeit	Pariser Zeit	Luftdruck in mm	Höhe in m	Temp. in C°	Warschauer Zeit	Pariser Zeit	Luftdruck in mm	Höhe in m	Temp. in C°
a. m.	a. m.				a. m.	a. m.			
3h 0m	1h 45m	769	23	− 2,0	6h 25m	5h 10m	608	1830	−14,0
15	2h 0m	Auffahrt des Ballons.			40	25	642	1400	−13,0
25	10	656	1260	− 5,8	50	35	617	1725	−12,5[3]
30	15		1600(?)	−10,1	7h 35m	6h 20m	601	1910	−11,0
4h 25m	3h 10m	629	1590	−11,0	8h 0m	45	571	2250	− 8,5
35	20	658	1310	−14,5	32	7h 17m	550	2655	− 6,2
40	25	648	1340	−10,0	9h 8m	53	525	3030	− 5,4
58	43	668	1110	− 8,0	27	8h 12m	516	3170	− 5,0
5h 5m	50		1100(?)	−15,0	10h 0m	45	516	3170	− 5,6
15	4h 0m	598	1950	−13,0	18	9h 3m	504	3360	− 4,1
35	20	609	1820	−13,0[1]	35	20	502	3390	− 3,8
40	25	602	1920[2]	—	11h 0m	45	508	3300	− 2,4
6h 0	45	602	1920	−20,0(?)	30	10h 15m	Landung.		
15	5h 0m	603	1935	−15,0	1h 0	11h 45m	738	350	+ 3,0

[1] Untere Wolkenschicht. [2] Oberer Rand der Wolke (Stratus). [3] Dunst.

d) Ballon „Akademie", München.

Mittel-Europ. Zeit	Pariser Zeit	Luftdruck in mm	Höhe in m	Temp. in C°	Mittel-Europ. Zeit	Pariser Zeit	Luftdruck in mm	Höhe in m	Temp. in C°
a. m.	a. m.				a. m.	a. m			
6h 10m	5h 19m	714	520	0,0	10h 20m	9h 29m	552	2592	−2,3
7h 0	6h 9	648	1315	−2,0	52	10h 1m	525	2990	−3,7
4	13	644	1365	+1,5	12h 2m p.m.	11h 11m	503	3300	−6,5
16½	25½	635	1470	+1,9	6	15	503	3300	−5,5
44	53	621	1650	+2,7	29	38	514	3160	−5,7
59	7h 8m	610,5	1790	+2,5	42	51	546	2680	−1,2
8h 15m	24	590,5	2055	+0,5	52	12h 1m p.m.	583	2155	0
57	8h 6m	578	2225	−0,6	1h 3½m	12½	631	1520	+2,3
9h 51m	9h 0m	563	2435	−1,7	15	24	648	1375	+1,7
10h 5	14	557	2520	−2,6	30	39	648	1315	−2,0

(Fortsetzung folgt.)

Zur Aufklärung einiger besonderen Erscheinungen des Winddruckes, nach angestellten Versuchen.

Von **Friedrich Ritter**.

Vortrag, gehalten im Wiener Flugtechnischen Vereine am 20. November 1896.

In der Lehre des Winddruckes giebt es bekanntlich einige mehr oder weniger ungelöste Fragen, so die Frage, warum durchlöcherte Flächen innerhalb gewisser Grenzen keine Verminderung des Winddruckes zeigen, die Frage der Nichtübereinstimmung mancher gemessener Winddruckscoefficienten unter sich und mit den Erscheinungen des Vogelfluges, die Frage, warum flache hohle Flächen unter schief auffallendem Winde einen grösseren Winddruck als ebene Flächen zeigen u. a. mehr.

Auf Grund von Winddrucksmessungen, welche ich an im Zimmer fallen gelassenen Papierkörpern angestellt habe, möchte ich versuchen, einige diese Fragen mehr oder weniger zu lösen.

Wie bekannt, berechnet sich beim Fall im widerstehenden Mittel, wenn s die Fallhöhe, t die beobachtete Fallzeit bezeichnet, die dem Beharrungszustande entsprechende Fallgeschwindigkeit (v), bei welcher sich Gewicht des Fallkörpers und Gegendruck des künstlich hervorgerufenen Windes das Gleichgewicht halten, nach der Formel

$$(v) = \frac{s}{t - \lambda\,(v)}$$

Der Faktor λ beträgt hiebei, wenn die Fallzeit t im Verhältniss zur Geschwindigkeit (v) gross ist,

$$\lambda = \frac{ln^2}{g}$$

d. i. für G (Beschleunigung durch die Schwere) gleich 9·81 Meter $\lambda = 0{\cdot}0076$.

Wird die Fallzeit im Vergleich zur Fallgeschwindigkeit kleiner, so vermindert sich auch λ etwas und berechnet sich z. B.

$$\text{für } \frac{t}{(v)} = 0.32 \text{ zu } \lambda = 0{\cdot}0704$$
$$= 0{\cdot}25 \qquad = 0{\cdot}0699$$
$$= 0.31 \qquad = 0{\cdot}0689.$$

Ist in dieser Weise aus Fallhöhe und Fallzeit die Geschwindigkeit (v) des Beharrungszustandes berechnet, so ergiebt sich, wenn der Fallkörper per Flächeneinheit senkrecht zur Fallrichtung q schwer ist, bei γ = Gewicht der Raumeinheit Luft die bekannte Beziehung

$$n \cdot \frac{(v)^2 \gamma}{g} = q$$

aus welcher sich der Werth n, welcher in Theilen von $\frac{(v)^2 \gamma}{g}$ die Grösse des Winddruckes bezeichnet, berechnen lässt.

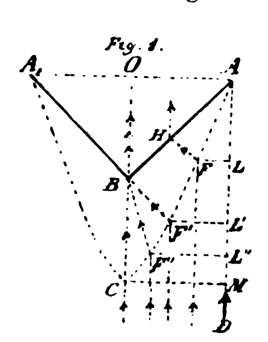
I.

Indem ich dies, um zu zeigen, wie die Versuche angestellt wurden, vorausschicke, lasse ich hier einen oben offenen Kegel aus Pauspapier von ungefähr $\varphi = 10^0$ Neigungswinkel zwischen Kegelachse und Kegelseite fallen.

Wenn ich in die Spitze des Kegels ein kleines Gewicht lege, so fällt der Kegel ruhig in lothrechter Richtung, nehme ich aber dieses Gewicht heraus, so fällt der Kegel nicht gerade, sondern weicht nach einer krummen Linie seitwärts aus.

Es wirkt augenscheinlich eine Kraft auf ihn, welche unter seinem Schwerpunkt angreift und ihn nach oben zu drehen strebt.

Wenn der Winddruck, wie bisher angenommen wurde, gleichmässig auf die Kegeloberfläche vertheilt wäre, so müsste die Mittelkraft aller Einzelwinddrücke über dem Schwerpunkt der Fläche ihren Angriffspunkt haben. Wie ist dies an dem Versuchskegel anders gekommen?



Wenn die gebrochene Linie ABA_1 den Querschnitt der Kegelfläche darstellt, so baut sich vor dieser Fläche, wie ich in einem früheren Vortrage[1]) ausgeführt habe, die Linie des Lufthutes in der Weise auf, dass jeder Punkt F derselben in der Richtung FH ebensoweit von der Fläche als in der Richtung FL von der Linie DLA des äussersten Windfadens entfernt liegt.

Wird von der Spitze des Kegels B aus senkrecht zur Kegelfläche die Linie BF' bis zur Lufthutlinie gezogen, so bildet zwischen F' und A die Linie AFF' des Lufthutes, wenn die Seiten des Kegels gerade sind, eine gerade, wenn sie gekrümmt sind, eine entsprechend gekrümmte Linie.

Setzt man, indem man sich die Spitze B des Kegels nach einer unendlich kleinen Kreislinie abgerundet denkt, die Linie des Lufthutes über den Punkt F' hinaus nach derselben erwähnten Bedingung fort, so dass im Punkte F'' die Entfernung $F''L''$ = Entfernung $F''B$ und vor der Mitte des Kegels die Entfernung CB der Lufthügelspitze von der Spitze des Kegels = CM = OA = der halben Basisbreite des Kegels wird, so beschreibt zwischen F' und C die Linie des Lufthutes, wie man unschwer erkennt, eine der Lufthutlinie des Kreises ähnliche Linie.

Von den einzelnen Punkten des Lufthutes aus gehen die durch den Stoss der Windfäden auf denselben hervorgerufenen Winddrucke, wie ich in dem erwähnten Vortrage ausgeführt habe, senkrecht, also von F aus in der Richtung nach H u. s. w. auf die Fläche über.

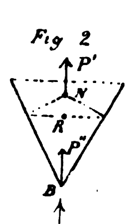
In gleicher Weise wird sich demnach auch zwischen F' und C der Winddruck von F'' aus in der Richtung $F''B$ nach B, d. h. für jeden zwischen F' und C auffallenden Luftfaden nach der Spitze des Kegels übertragen.

---

[1]) Winddruck auf Cylinder- u. Kugelflächen, Vereinszeitschrift März/April 1896

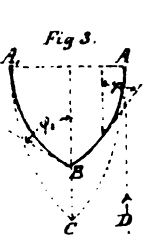
Es gehen demnach die aus dem Auffallen der Windfäden zwischen A und F entstehenden Winddrucke auf die zwischen A und B liegende eigentliche Kegelfläche, die aus dem Auffallen der Windfäden zwischen F und C entstehenden Winddrucke dagegen, in ein Bündel zusammenlaufend, auf die Spitze B des Kegels über.

Die auf die Kegelfläche vertheilten Winddrucke ergeben eine Mittelkraft P', deren Angriffspunkt N übereinstimmend mit der bisherigen Annahme über dem Schwerpunkte R der Kugelfläche liegt. Es giebt aber, wie sich gezeigt hat, neben dieser Kraft eine zweite Winddruckkraft P'', welche in der Spitze B des Kegels ihren Sitz hat.



Diese zweite Kraft ist es, welche den Kegel von ca. 10⁰ Neigungswinkel zum seitlichen Ausweichen während des Falles gebracht hat.

Untersuchen wir, da wir die Form des über einer Kegelfläche entstehenden Luftbügels nun kennen, durch Rechnung die Grösse des Winddruckes, welcher sich auf einer Spitzkugelfläche, d. i. einer Fläche, deren kreisbogenförmige Querschnittslinie AB am Rande A vom äussersten Windfaden DA tangential gestreift wird, geltend macht, so ergiebt die Summirung der nach meinem erwähnten früheren Vortrage entstehenden Einzelwinddrucke $sin^2 \varphi \,.\, sin \frac{\varphi}{2}$ bei verschiedenen Werthen des Neigungswinkels φ_1 an der Spitzkugelspitze folgende Werthe des Winddruckcoefficienten n:



φ_1	n
90⁰ (Kugel) . .	0.331
75⁰	0.26
60⁰	0.20
45⁰	0.14
30⁰	0.10
15⁰	0.085

Am zugespitzten Renard'schen Ballon wurde nach J. Popper[1]) $n = \frac{1}{6}$ gemessen; dieser Werth stimmt mit dem für $\varphi = 45$ bis 60⁰ berechneten Werthe überein.

Der Winddruck auf moderne Langgeschosse wurde nach Rziha[2]) zu $n = 0.32$ bis 0.10 gefunden; der untere dieser Werthe kommt den für kleinere Winkel φ_1 sich berechnenden Werthen von n gleich.

Warum konnte beim Renard'schen Ballon und den gewiss mit Sorgfalt hergestellten Langgeschossen der Winddruck nicht unter die angegebenen Werthe herabgemindert werden?

Die Antwort ergiebt sich, wenn man den Winddruck bei der grösstmöglichen Zuspitzung der Fläche, d. i. für $\varphi_1 = 0$ ins Auge fasst. In diesem Falle verschwindet, wie man bei näherem Zusehen findet, der Winddruck n nicht, sondern nähert sich einem Grenzwerthe, welcher sich zum vierten Theil des Winddruckes auf eine Kugelfläche d. i. zu $\frac{0.331}{4} = 0.083$ berechnet.

Unter diesen Betrag von $n = 0.083$ kann der Winddruck auf eine Spitzkugelfläche, auch wenn dieselbe noch so sehr zugespitzt wird, nicht herabgemindert

1) Flugtechnik, 1889.
2) Zeitschrift des öster. Ingenieur- u. Archit.-Vereins 1894.

werden, wodurch nicht gesagt werden soll, dass es nicht auch Flächenformen von geringerem Winddrucke geben kann.

Lassen wir, — um zur durchlochten Fläche überzugehen, — gleichzeitig einen vollen geradlinigen Kegel aus Briefpapier von $\varphi = 22^0 30'$ Neigungswinkel und einen ähnlichen Kegel, aus welchem die Spitze mit $^2/_3$ der Seitenlänge des ursprünglichen Kegels entfernt worden ist, also einen ringförmigen oder in der Mitte durchlochten Kegel fallen, so fällt der ringförmige Kegel langsamer als der volle.

Aus den beobachteten Fallzeiten ergiebt sich

beim vollen Kegel . . . $n = 0.23$

„ ringförmigen Kegel $n = 0.46$

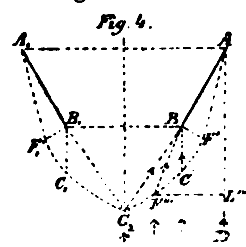
Vertheilt man den letzteren Winddruck auf die Basis des Ringkegels einschliesslich der Mittelöffnung, so berechnet sich ein durchschnittlicher Winddruck von

$$n' = \left[1 - \left(\frac{2}{3}\right)^2\right] . 0.46 = 0.26$$

welcher grösser ist als der Winddruck $n = 0.23$ auf den vollen Kegel.

Es hat sich somit der Gesammtwinddruck auf die Kegelfläche, indem dieselbe in der Mitte durchlöchert wurde, in der That, wie schon ähnlich an anderen durchlöcherten Flächen[1]) gefunden wurde, nicht vermindert, sondern sogar etwas erhöht.

Suchen wir nach dem Grunde dieser Erscheinung, so zeigt sich, dass die auf die Ringfläche treffende Luft in zweierlei Weise von derselben seitwärts abfliessen kann.



Zunächst wird die Luft versuchen, über einen Lufthügel vom Querschnitte AFB theils über den Rand A nach aussen, theils durch die Oeffnung des Ringes nach innen abzufliessen.

Wenn jedoch die Oeffnung nicht sehr gross ist, tritt hierbei eine Stauung ein, und es muss ein Theil der sonst nach innen abfliessenden Luft ebenfalls den Weg nach aussen nehmen.

Damit sie dies kann, muss sich der Lufthut nach einer Linie FC_2F_1, bei welcher wie früher $F'''B = F''L$ u. s. w. ist, über der Oeffnung schliessen.

Für den ersten, nach innen und aussen abfliessenden Theil der Luft berechnet sich der dadurch auf die Ringfläche entstehende Winddruck ungefähr nach dem Winddruck auf eine freistehend vom Winde unter $\varphi = 22^0\ 30''$ getroffenen Fläche, d. i. nach anderen meiner Messungen zu $n' = 0.17$.

Für den anderen, nur nach aussen abfliessenden Theil des Luftstromes beträgt, soweit derselbe zwischen A und C, A_1 und C_1, d. i. über der Ringfläche selbst auf den Lufthut trifft, der auf die Flächeneinheit Ringbasis entstehende Winddruck:

nach den Messungen am Kegel $n'' = 0.23$

nach den Messungen am Keil $n''' = 0.33$

somit, da die ringförmige Fläche nach ihrer Form zwischen Kegel und Keil liegt, ungefähr

$$n'' = \frac{0.23 + 0.33}{2} = 0.28$$

Dazu gesellt sich der von dem Innentheil CC_2C_1 des Luftstromes, welcher über der Oeffnung BB_1 auf den Lufthut trifft, ausgeübte Winddruck.

---

[1]) Versuche: Dines nach Vereinszeitschrift 1891; Miller-Hauenfels in Vereinszeitschrift Aug./Sept. 1896.

Nach den vorkommenden Werthen von $\sin^2 \varphi \sin \frac{\varphi}{2}$ beurtheilt, beträgt derselbe in Theilen von $\frac{v^2 \gamma}{g}$ im Durchschnitte ungefähr 0.69, somit, da die Innen-Oeffnung $^4/_5$ der Ringflächenbasis ausmacht, auf die Flächeneinheit dieser Ringflächenbasis bezogen, ungefähr

$$n''' = {}^4/_5 \,.\, 0.69 = 0{\cdot}55.$$

Der Gesammtwinddruck auf die Ringfläche berechnet sich sonach für den nach aussen abfliessenden Theil des Luftstromes, per Flächeneinheit Basis, zu

$$n'''' = n'' + n''' = 0.28 + 0.55 = 0\,.\,83.$$

Nach dem Früheren muss der Winddruck auf den Ring zwischen $n' = 0\,.\,17$ und diesem Werthe $n'''' = 0.83$ liegen. In Wirklichkeit wurde derselbe, wie erwähnt, zu $n = 0.46$ gemessen, welcher Werth in der That zwischen den beiden Werthen liegt.

Sind hierdurch die am Ringkörper beobachteten Erscheinungen erklärt, so ergiebt sich weiter, dass ein Fallschirm, von der Gestalt eines solchen Kegels, wenn dessen Spitze etwas geöffnet wird, dadurch an Tragkraft nichts verliert.

Ein Vogel, welchem einzelne seiner Flugfedern verloren gehen, wird deshalb an Flugkraft, ein Segel, in welches einzelne Löcher gerissen sind, dadurch an Winddruck nichts einbüssen.

Der Winddruck, welcher sich früher auf die Fläche der Oeffnung, des Zwischenraumes oder des Loches „gestützt" hatte, stützt sich nun auf den Rand der Oeffnung, des Zwischenraumes oder des Loches.

Bekanntlich hat v. Loessl[1]) bei der Messung des Winddruckes auf einander schief gegenüberliegende ebene Flächen ebenfalls gegenseitige Störungen an den von den beiden Flächen abziehenden Luftströmen beobachtet.

Bezeichnet δ den äusseren, δ' den inneren Durchmesser des kegelförmigen Ringes, so haben meine Messungen des Winddruckes an Ringen aus Briefpapier von verschiedener Breite bei φ—22° 30′ ungefähr folgende Werthe n des Winddruckes, auf die Ringfläche, und von $\left[1 - \left(\frac{d'}{d}\right)^2\right] n = n_1$, auf Ringfläche und Oeffnung zusammengenommen bezogen, ergeben:

$\frac{d'}{d}$	$1 - \frac{d'}{d}$		n	n_1
0.0	1.0	(voller Kegel)	0.23	0.23
0.5	0.5		0.36	0.27
0.67	0.33		0.46	0.26
0.71	0.29		0.5	0.24
0.80	0.20		0.6	0.20
0.86	0.14		0.6	0.15
0.94	0.06		0.5	0.06
1.0	0.0	(schief getroffene Einzelfläche, nach anderer Messung)	0.17	0.00

Nach diesen Zahlen ist der den Winddruck erhöhende Einfluss der Theile eines Ringes auf einander noch bei einer halben Ringweite, welche ungefähr das 7 bis 16 fache der senkrecht zur Windrichtung gemessenen Breite des Ringes beträgt, zu erkennen. (Fortsetzung folgt.)

[1]) Zeitschrift des österr. Ing.- u. Arch.-Vereins 1894.

Kleinere Mittheilungen.

Die Erforschung der höchsten atmosphärischen Schichten. Ein neuer Registrirballon-Aufstieg[1]. Auf einer, vor einiger Zeit in Paris abgehaltenen, internationalen Meteorologen-Conferenz wurde ausser anderen wichtigen Beschlüssen auch derjenige gefasst, ein permanentes Comité einzusetzen, welches zu Zwecken meteorologischen Studiums der oberen atmosphärischen Schichten gleichzeitige Aufstiege unbemannter Ballons von verschiedenen Punkten aus in die Wege zu leiten hätte.

Dieser Beschluss der Conferenz ist nun zur thatsächlichen Ausführung gelangt. In der Nacht von Freitag d. 13ten auf Sonnabend den 14. November haben sich um 2 Uhr (Pariser Zeit) gleichzeitig Registrirballons in Paris, Strassburg, Berlin und St. Petersburg in die Lüfte erhoben.

Dieser Zeitpunkt war gewählt worden wegen seines Zusammenfallens mit dem jährlichen Sternschnuppenschauer des sogenannten Leonidenschwarmes, welcher in der Bahn des zu Marseille von Tempel entdeckten Kometen I 1866 kreist und bekanntlich seinen Namen davon hat, dass die ihn zusammensetzenden kleinen Körper aus einem Punkte in der Nähe des Sternes ζ im Sternbilde des Löwen ausstrahlen. Herr Erk unternahm gleichzeitig in München einen Ballonaufstieg, um den Sternschnuppenfall zu beobachten[2]. Im Vorbeigehen sei hier daran erinnert, dass ein Maximum des Falles im Jahre 1899 eintreten wird, 33 Jahre nach dem grossartigen Sternschnuppenregen des J. 1866, wo man die Zahl der in wenigen Stunden in der Nacht vom 13. zum 14. November aus dem Sternbilde des Löwen auftauchenden und den Himmel durchfurchenden Meteoriten auf über 10000 geschätzt hat. Das in Rede stehende himmlische Phänomen ist also ein streng periodisches.

Es war um einem Ersuchen des H. Professors Assmann in Berlin zu entsprechen, dass die Aufstiege der Registrirballons diesmal um eine so frühe Stunde stattfanden. Die fünf von den HH. Gustave Hermite und Georges Besançon bisher emporgesandten Piloten des Luftmeeres waren alle am vollen Tage aufgestiegen und hatten sehr bedeutende Höhen erreicht. Es war nun von Interesse, für Luftschiffer und Meteorologen, die vorher erzielten Ergebnisse mit den aus nächtlichen Auffahrten erhaltenen zu vergleichen.

Der „Aérophile III", der von der Gasansalt von La Villette sich erhob, ist genau kugelförmig und hält 380 cbm. Seine Hülle ist aus echter chinesischer Seide, von grossem Zerreisswiderstande und wiegt 38 kilo. Das Netz, ziemlich grossmaschig gestrickt, ist leicht und kräftig zugleich. Der Ballon ist nicht mit einer Reissleine, sondern mit einem Entleerungsventil versehen, welches an der oberen

---

[1] Unsere Leser finden im vorliegenden Hefte bereits den ersten Theil einer eingehenden Bearbeitung der ersten „Internationalen Ballonfahrt" aus der Feder des Prof. Assmann vor. Es gereicht uns nichts desto weniger zur Freude, den obigen der Redaction direkt seitens der „Société Franç. de Navig. Aérienne" zugeschickten Bericht über die Auffahrt in Paris, der durch ein Missverständniss leider seinerzeit nicht zum Druck übergeben worden ist, noch nachträglich in der Zeitschrift zu veröffentlichen und wir fügen einen inzwischen eingetroffenen ähnlichen Bericht über die „Zweite internationale Auffahrt" in Paris am 18. Febr. 1897 bei. Wir sprechen gewiss im Namen unserer Leser, wenn wir eine derartige Anknüpfung direkter Beziehungen zu uns seitens des rühmlich bekannten französischen Vereines, der ältesten unter allen aëronautischen Gesellschaften, mit dem Ausdrucke lebhafter Befriedigung begrüssen. Die Redaction.

[2] Der Bericht des H. Frion ist am Tage des Aufstieges selbst niedergeschrieben; thatsächlich konnte der Aufstieg des Münchener Ballons aus sachlichen Gründen erst mit Tagesanbruch vor sich gehen. Dagegen erhoben sich bereits zwischen $1^3/_4$ und $2^3/_4$ Uhr Nachts (Par. Zeit) drei andere bemannte Ballons in Berlin, Warschau und St. Petersburg, die bis 5000 und 6000 m Höhe stiegen. (Vgl. den Artikel von Prof. Assmann.) Anm. d. Red.

Calotte des Ballons angebracht ist und durch eine im Innern durchgehende Leine mit einem kleinen Anker in Verbindung steht. Wenn der Anker sich festhakt, zieht er an der Schnur, wodurch das Ventil sich öffnet und Gas herauströmt. Das Gesammtgewicht des Materials, Hülle, Netz, Zubehör und Instrumente, beträgt 45 kg. Um den Ballon, der bereits seiner zweiten Luftreise entgegenging, wieder in Stand zu setzen, wurde er einfach mit einer doppelten Schicht Vaseline überzogen.

Der einzige mitgegebene Apparat bestand aus einem Registririnstrument, welches zugleich die Curven des Luftdrucks und der Temperatur angab (die von den Stiften aufgezeichneten Curven werden hernach photographisch vervielfältigt). Dieses Instrument ist in einen Käfig aus Rohrgeflecht eingeschlossen, der wieder in Metallpapier eingehüllt ist, um die Einwirkung der direkten Sonnenstrahlen auszuschliessen. An diesen Käfig ist ein versiegelter Papierbogen angeheftet, welcher in französischer und deutscher Sprache Anweisungen für den Finder des Ballons enthält, unter Zusicherung einer Belohnung für denselben. Auf dem Umschlage befindet sich, gleichfalls in den beiden Sprachen, die Aufforderung, vor Kenntnissnahme der versiegelten Anweisung nichts zu berühren. Ein Thermograph, der, im Innern des Ballons aufgehängt, die Temperatur des Füllgases aufzeichnen sollte, wurde leider von dem Constructeur, Herrn Jules Richard, nicht rechtzeitig geliefert.

Während H. Hermite sorgfältig das Registririnstrument in Ordnung brachte und dessen Walze mit Russ schwärzte, schritten die Herren Adrien Moucheraud, Louis Capazza und eine Anzahl von Schülern der „Ecole française de Navigation aérienne“ unter der bewährten Leitung von H. Besançon zur Füllung, die vollständig ordnungsmässig vor sich ging. Wir wollen hier hinzufügen, dass so wie alle Registrirballons gleichartige Instrumente mitführten, sie auch alle mit gleichem Gase gefüllt sein sollten, in diesem Falle mit gewöhnlichem Leuchtgase.

Vor dem Aufstieg wurde ein kleiner Pilotballon, der ein durch Verbrennen eines Zünddochtes nach bestimmter Zeit verlöschendes Licht trug, durch H. Couvreur, Zögling des 2. Jahrganges, hochgelassen. Er gab als Zugrichtung NE an.

Eine ziemlich gelungene photographische Momentaufnahme wurde von H. Maurice Spielmann, Zögling des ersten Jahrganges, ausgeführt unter Benutzung eines künstlichen Lichtes, hergestellt aus einer Mischung von 75 Gewichtstheilen Aluminium und 25% Kal. chlor., in feinst gepulvertem Zustande, die auf einem Stück Pappe mittelst eines mit Mehlstaub bedeckten Schwefelfadens zur Entzündung gebracht wurde. Die Verbrennung dieses Pulvers entwickelt keine besondere Hitze (die Unterlage aus Pappe geräth nicht einmal in Brand) und verursacht kaum ein wenig Rauch. Um genügende Lichtstärke zu erzielen, sind etwa 400 Gramm der Mischung nothwendig.

Der Aufstieg des „Aérophile“ vollzog sich in vorzüglicher Weise trotz des Nebels und der schlechten Vorbedeutung des Datums (am Freitag, den 13.!) genau um 2 Uhr 6 Minuten. Das im Hofraume der Gasanstalt angebrachte Thermometer zeigte 4 Grad. Der Luftdruck betrug 761 mm. Die Direction der Gasanstalt war gebeten, die Temperatur des Gases bei der Füllung anzugeben sowie den in Ballastgewicht ausgedrückten freien Auftrieb des Ballons, der in Ermangelung einer Brückenwaage nicht direkt gemessen werden konnte.

Die HH. Hermite und Besançon hofften, dass ihr Ballon mit Leichtigkeit eine Höhe von 14—15000 m erreichen werde.

Dem Aufstieg wohnten bei mehrere Vorstandsmitglieder der „Société française de Navigation aérienne“: die HH. Wilfrid de Fonvielle, zweiter Vorsitzender, Emile Rat, Schriftführer, Louis Vernanchet, zweiter Schatzmeister; ausserdem H. Joseph Jaubert, Direktor des physikalischen Observatoriums auf der Tour Saint-Jacques, ein Redacteur und ein Zeichner einer bedeutenderen illustrirten Zeitschrift, Madame

O. Frion und einige andere muthige Damen, die sich durch die späte Stunde nicht hatten abschrecken lassen.

Im Augenblicke, als der „Aérophile" wie ein Pfeil den Nebel durchflog, in dem er sich in der Zeit von kaum einer Secunde dem Auge entzog, war noch keine Sternschnuppe den Blicken der Zuschauer und Zuschauerinnen erschienen.

Paris, den 14. November 1896.

O. Frion,
Schriftführer der „Soc. franç. de Navigation aérienne".

Neuer Aufstieg des Registrirballons „L'Aérophile." Dieser neue, durch die Opferwilligkeit des Prinzen Roland Bonaparte ermöglichte Versuch war der siebente in der Reihe der französischen Forschungsfahrten in die hohen Schichten der Atmosphäre.

Der Ballon-sonde „l'Aérophile" von 465 cbm wurde am Donnerstag den 18. Februar um 10 Uhr 12 Min. Vormittags unter Leitung der HH. Hermite und Besançon von der Gasanstalt in La Villette emporgeschickt.

Die Einzelheiten der Auffahrt waren vorher durch Beschluss des „Comités für wissenschaftliche Luftschiffahrt zu Paris" vom 3. Februar festgesetzt, und es fanden gleichzeitig mehrere Aufstiege an anderen Orten durch Veranstaltung seitens der „Internationalen aëronautischen Commission" statt.

Die Instrumente befanden sich wieder in einer „meteorologischen Schutzvorrichtung", einer Art Korbgeflecht, umgeben von Metallpapier zur Verhinderung des Strahlungseinflusses auf dieselben Dieser Korb hängt an einem Kabel 20 m unter dem Ballon, um die Apparate auch von der Wärme des Ballongases nicht beeinflussen zu lassen.

Die Instrumente bestanden aus zwei von H. Jules Richard hergestellten Barothermographen zur Aufzeichnung der Curven des Druckes und der Lufttemperatur.

Das eine dieser Instrumente ist in einen Schutzkasten eingeschlossen, welcher behufs Ventilirung desselben vielfach durchlocht ist. Das andere ist gänzlich der freien Luft ausgesetzt, um auf diese Art, falls es unbeschädigt bleibt, einen Vergleich zwischen den Resultaten beider Aufstellungsarten zu gewähren.

Ausserdem trug der „Aérophile" einen Thermographen im Innern des Ballons zur Feststellung des Temperaturunterschiedes zwischen Füllgas und Aussenluft und endlich den Luftentnahmeapparat von H. Cailletet, welcher eine Luftprobe aus den höchsten Regionen mitbringen sollte.

Der Registrirballon wog derartig belastet noch immer nicht mehr als 40 kg. Ein kleiner Anker war wieder an einer langen Leine angebracht, um wie das letzte Mal den Ballon bei der Landung selbstthätig zu entleeren, ohne ihn aufzureissen.

Der „Aérophile" erhob sich gleich im ersten Auffliegen zu bedeutender Höhe. Von kräftigem Nordwind erfasst stieg er rasch, mit einer Geschwindigkeit von ca. 8 m per Secunde, um bald in den ziemlich dicken Nebel zu tauchen und zu verschwinden.

Prinz Roland Bonaparte, die HH. Cailletet von der „Académie des Sciences", Commandant Krebs, Teisserenc de Bort u. A. wohnten der Füllung und dem Aufstieg des Ballons bei, der in stark beschädigtem Zustande am 19. um 4 Uhr Nachm in Rozières (Dep. Somme) im Arrondissement von Montdidier, einige Kilometer von Chaulnes, aufgefunden wurde.

Die Instrumente dagegen, welche in Folge Zerreissung des Netzes bereits vorher in der Umgegend von Chaulnes gefallen und geborgen worden waren, wurden von H. Hermite ganz unverletzt nach Paris zurückgebracht.

Nach deren Angabe hat der „Aérophile" eine Höhe von 10000 m[1]) erreicht und eine Minimal-Temperatur von —60° aufgezeichnet. Auch der Luftproben-Apparat hat gut functionirt; die Luftprobe ist gleich untersucht worden.

O. Frion,
Schriftführer der „Société Française de Navigation Aérienne."

Zu Andrée's Ballonfahrt nach dem Nordpol. Der „Aérophile" bringt in seinem Januar/Februarhefte zwei kurze Briefe der Herren N. Ekholm und S. Andrée an dessen Herausgeber, welche einerseits die von Hrn. Ekholm seinerzeit ausführlich dargelegten Gründe seines Rücktritts von der Expedition im Wesentlichen zusammenfassen und andererseits das unentwegte Festhalten Andrée's an seinem Plane darlegen.

Hr. Ekholm schreibt unter dem 19. Decbr.: „Die wahrscheinliche Dauer der „Ueberfahrt von Spitzbergen nach der Behringstrasse würde bei geradlini-„gem Fluge ca. 15 Tage betragen. Man muss aber mindestens mit dem drei-„fachen dieser Zahl rechnen, da die Ballonfahrt jedenfalls in Curven vor sich gehen „wird und ausserdem länger dauernde Windstillen eintreten können. Um eine ge-„nügende Sicherheit zu bieten, müsste der Ballon sogar 60 Tage sich in der Luft „halten können.

„Die Erfahrung auf Spitzbergen hat jedoch einen täglichen Verlust an Auf-„trieb von 60 kg erwiesen, was nur 20—25 Tage Reisefähigkeit für den Ballon er-„giebt (der verfügbare Ballastvorrath beträgt höchstens 1500 kg).

„Trotzdem halte ich den Ballon für sehr sorgfältig gebaut, da der Auftriebs-„verlust nur 1,2 % per Tag beträgt. Aber sein Volumen ist ungenügend. Es ist zu „bedauern, dass Hr. Andrée die 6000 cbm seines ersten Projectes auf 4500 cbm ver-„ringert hat. Es ist diess ein Punkt, über den unsere Meinungen stets auseinander-„gingen.

„Nichtsdestoweniger ist es wohl möglich, dass die Reise auch mit diesem zu „kleinen Ballon gelingt. Aber dazu werden ausnehmend günstige Umstände nöthig „sein und da ich nicht mit Ausnahmefällen rechnen wollte, bin ich zurückgetreten, „sobald es feststand, dass Hr. Andrée die von mir für unerlässlich gehaltenen Ver-„besserungen nicht ausführen wollte oder konnte."

Herr Andrée schreibt am 25. December: „In mehreren Pariser Blättern finde „ich Bespechungen einer neugeplanten Nordpolexpedition im Ballon, die mir den „Eindruck erweckten, als ob man die Absicht der Durchquerung der Polargebiete „in meinem Ballon für meinerseits aufgegeben betrachte.

„Gestatten Sie mir diese Annahme zu berichtigen; ich habe im Gegentheile „bereits die zur Wiederholung meines Versuches im kommenden Jahre nothwen-„digen Geldmittel vollständig beisammen und hoffe durch Nichts von der Aus-„führung desselben abgehalten zu werden.

„Das Unternehmen ist zweifellos durchführbar, wie diess die Beobachtungen „des vergangenen Jahres beweisen. Mein Vertrauen in die Geschicklichkeit des „Hrn. Lachambre und seiner Leute ist unerschüttert.

„Ich hoffe, dass auch Ihre Landsleute ihre Absicht verwirklichen werden; die „Wissenschaft wird daran nur gewinnen."

---

[1]) Nach späterer Berichtigung hat der „Aérophile" thatsächlich einen Minimalluftdruck von 110 mm und eine Temperatur von —66° registrirt. Dies entspricht einer wahren Seehöhe von 13750 m (rohe Seehöhe 15650 m). Anm. d. Red.

Literarische Besprechungen.

Eine neue aëronautische Zeitschrift. Nachdem wir erst im verflossenen Sommer die Begründung des „Aeronauta“ in Mailand melden konnten, erhalten wir soeben das 1. Heft des „Wozduchoplawanije i Jzsledowanije Atmosfery“ („Luftschiffahrt und atmosphärische Forschung“).

Das neue Organ, herausgegeben von der 7. (aëronautischen) Section der Kais. Russischen Technischen Gesellschaft, unter Redaction des Vorsitzenden der Section, Herrn M. M. Pomortzeff, soll zunächst in zwanglosen Heften erscheinen und gedenkt in seinem Programm folgende Fragen zu berücksichtigen:

1) Aërostatik. Untersuchungen und Arbeiten mit Bezug auf freie, Fessel- und lenkbare Luftballons.
2) Flugapparate und (dynamische) Flugmaschinen. Bau derselben und Beziehungen zu den Fragen des Luftwiderstandes.
3) Materialien und Stoffe, die in der Aëronautik Verwendung finden; Untersuchungen über deren Festigkeit und Leichtigkeit.
4) Hebe- und Propellerschrauben in Verwendung bei Ballons und Flugmaschinen.
5) Messapparate und wissenschaftliche Experimente.
6) Untersuchungen zur Physik der Atmosphäre; Anwendung meteorologischer Gesetze auf die Luftschiffahrt und die Wetterprognose.
7) Rundschau über die ausländische aëronautische Literatur und Bibliographie derselben.

Das vorliegende Heft 1. bringt, bei reicher Ausstattung mit Figuren und Tafeln, grössere Arbeiten von M. Pomortzeff „über einen Apparat zur Bestimmung der Bewegungsrichtung und Winkelgeschwindigkeit der Wolken“ sowie „über Registrirballons und deren Anwendung für die Erforschung der Atmosphäre“; von N. Shukowskij „über die Katastrophe von O. Lilienthal“ und „über den günstigsten Neigungswinkel von Aëroplanen“; endlich sehr eingehende Referate des Herausgebers über H. Maxim's „Vögel und Flugmaschinen“ („Natural and artificial flight“) und O. Chanute's „Segelflug.“

Indem wir uns zur Zeit mit dieser kurzen Anzeige begnügen müssen, begrüssen wir die Schwester-Zeitschrift mit aufrichtiger Freude und wünschen, dass es ihr gelingen möge, in hohem Maasse Interesse und Mitarbeit an unserer Sache im weiten und mächtigen Nachbarreiche zu wecken. Die Redaction.

Vereinsnachrichten.

Oberrheinischer Verein für Luftschiffahrt

Tages-Ordnung der Oeffentlichen Sitzung am Sonnabend, den 27. März.

Experimental-Vortrag des Herrn Ingenieur Kress vom Flugtechnischen Verein in Wien.

Thema: **Ueber Luftschiffahrt mit Vorführung freifliegender Flugmodelle.**

Zur Demonstration gelangen: Propulsions-Luftschrauben, ein neuartiger zusammenlegbarer Drache, Ruderflieger und freifliegende Drachenflieger.

Druckfehler-Berichtigung.

In der redactionellen Fussnote zu dem Artikel von Herrn Hauptmann Moedebeck in Heft 1 dieses Jahrganges muss es statt der Seehöhe von 166600 m (gar so hoch ist der „Cirrus“ natürlich nicht gekommen) heissen 16600 Meter.



Vorbemerkung.

Die Fortsetzung der Arbeit von Prof. Assmann über „Die gleichzeitigen wissenschaftlichen Ballonfahrten vom 14. November 1896“ kann leider aus technischen Gründen erst im Aprilhefte zum Abdruck gelangen; doch hoffen wir dasselbe binnen kürzester Frist dem vorliegenden Heft 3. nachfolgen lassen zu können.

Die Redaction.

Flugtechnische Studien.

Von **Josef Popper**.

(Schluss.)

Man kann übrigens mit einem Schlage darlegen, dass der Wellenflug keinen ökonomischen Vortheil bietet, sondern dass das Umgekehrte der Fall sei:

Denken wir uns wieder den Körper absolut spitzig oder scharf gebaut, also ohne jeden Stirnwiderstand, dann kann die mathematisch dünn gedachte Fläche als solche keinerlei Einfluss darauf haben, welche Form der Wellenbahn wir als die etwa günstigste zu betrachten hätten; andererseits wird ja behauptet, dass die Wellenform als eine solche, bei der die Schwerkraft mitbenutzt wird, principiell den Vorzug vor der horizontalen Fahrt habe, keinen Rücktrieb (Flächenwiderstand), sondern nur Stirnwiderstand zu produciren. Es steht uns daher frei, irgend eine Wellenform herauszuheben, also auch jene mit der Einbuchtung nahe gleich Null, d. i. der horizontalen Linie, es folgt also, da eben keine Grenze zwischen beiden Flugformen existirt, dass unmöglich ein Sprung in der Art der Kräftewirkung stattfinde; man braucht sich nur vorzustellen, dass diese ganz flache Welle im absteigenden Theil mit dem horizontalen Flug zusammenfalle und dass der sogenannte aufsteigende Theil beliebig klein, auch gleich Null sei, so sieht man sofort die vollständige Identität beider Flugmethoden ein, nämlich die allgemeine mechanische Identität derselben. Es ist überdies eine interessante Eigenthümlickeit, dass die Zeichnungen der Wellenflug-Anhänger stets eine flache Bahn ausdrücken, es wird Niemanden einfallen, eine sehr tief ausgebuchtete krumme Linie zu zeichnen, vielleicht fühlen sie instinctiv, dass, da doch factisch immer ein Stirnwiderstand vorhanden ist, der längere Weg einer solchen Wellenbahn ungünstiger ist als der kürzere einer sehr flachen.

Wie gänzlich ungerechtfertigt aber die Bewunderung des Wellenfluges und seiner specifischen Vortheile ist, wird man wohl durch folgende einfache Überlegung ersehen:

Bekanntlich wäre die aufzuwendende Secundenarbeit bei einem Drachenflieger der Null gleich, wenn es gelänge, die Neigung der Drachenfläche gegen die horizontale ebenfalls der Null gleich zu machen; nur technologische Gründe verhindern dies und für sehr kleine Winkel ist — bei sehr grossen Geschwindigkeiten der Translation — die Secundenarbeit in der That sehr klein, wenn wiederum der Stirnwiderstand sehr klein ist.

Es sind also nur praktische und nicht principielle Gründe, aus denen die Flugarbeit nicht so klein ausfällt, als man nur will[1]).

Weniger als Null kann aber doch keine Flugmethode, sei es die wellenförmige oder irgend eine andere, beanspruchen?

Und andererseits ist beim Wellenflug die Unmöglichkeit eines unendlich kleinen Winkels der Tragfläche gegen die Bahn und der Stirnwiderstand, also die technologische, rein practische, Schwierigkeit genau — ja in noch grösserem Maass — vorhanden, als beim geradlinigen.

Eine ausführliche und rechnende Untersuchung über den Wellenflug und manche einschlägigen, höchst interessanten aerodynamischen und flugtechnischen Probleme will ich überdies an einem anderen Ort geben.

Einen sehr reichen Inhalt in direct flugtechnischer Beziehung giebt in dem Loesslschen Buche die Tabelle XI (auf S. 223 bis 226) und die darauf folgende Erläuterung (S. 226 bis 230).

Es sind namentlich folgende Begriffe resp. Probleme, die hier behandelt oder wenigstens erwähnt werden, und zu denen ich Manches, was vielen Lesern wohl nicht unwillkommen sein und das Verständnis erleichtern dürfte, hinzufügen will. Auf S. 228 findet man den Ausdruck „Minimum der Gefälls-Summe“, „flachste Schwebebahn“ und „Arbeitsminimum des Schwebefluges“.

Die letzte Beziehung ist leicht zu begreifen, denn man sieht bald ein, dass die horizontale Translation zwar mit ihrem Wachstum für die Schwebearbeit immer nützlicher wird, schädlich aber für die Translationsarbeit in Folge des wachsenden Stirnwiderstands, es muss also eine Grenze geben, eine Optimum-Aufgabe, zu bestimmen, wann die Summe beider Arbeiten ein Minimum wird; Loessl entnimmt für die Taube seiner Tabelle die Zahl v = 12 secm als die vortheilhafteste Geschwindigkeit, was wir allerdings wegen der

[1]) In der Abhandlung „Experiments in Aerodynamics“ (1893) von Langley und in manchen Berichten über dieselbe wird als eine neue und sehr merkwürdige Erkenntniss das Versuchsergebniss hingestellt, das schnelles Fliegen weniger Arbeit braucht als langsames. Dieser Satz wird aber schon seit mindestens 25 Jahren von allen Flugtechnikern benutzt, die aus theoretischen oder experimentellen Gründen $\sin\alpha$ und nicht $\sin^2\alpha$ in die Luftwiderstandsformeln einsetzen; man sehe z. B. die Aufsätze von Pénaud und sämmtliche Abhandlungen in dieser Zeitschrift, von Lössl, Wellner, Platte, Jarolimek und Hauenfels, von mir selbst, u. A. Man sehe auch eine specielle Bemerkung über diesen Punct in meiner „Flugtechnik“ (S. 103 in der Anmerkung).

von uns beanstandeten Schwebeformel, auf der die Tabelle beruht, eben nur anführen wollen.

Das „Minimum der Gefällsumme" oder der des „secundlichen Falles" findet sich in der Tafel XI bei derselben Geschwindigkeit, von = 12 m, also gleichzeitig mit dem „Arbeitsminimum des Schwebefluges"; das ist ganz natürlich, denn der kleinste secundliche Fallraum bedeutet, dass die Schwerkraft, die ja hier allein arbeitet, in einer Sec. ein Minimum an Fallarbeit leistet und die Arbeiten werden eben hier immer als Secundenarbeit (Pferdekräfte) aufgefasst. Wenn man horizontal fliegen, also einen Motor statt der Schwerkraft anwenden muss, so gilt dieselbe Rechnung für das Arbeitsminimum, denn die Verhältnisse des Problems können sich nicht mit der Art der Kraftquelle ändern. Was aber die die „flachste Bahn" betrifft, so bezieht sich hier die Falltiefe des Körpers nicht auf die Zeit, also z. B. die Secunde, sondern auf die horizontale Weglänge, sie ist daher eine andere Grösse als die Summe des secundlichen Falles und die praktische Bedeutung dieses Begriffes und der Aufgabe, für das Minimum des kleinsten Falles der Bahn die nöthige Sec.-Arbeit zu rechnen, sowie alle Verhältnisse dabei zu bestimmen, liegt darin, dass man mitunter wissen will, welche Motorgrösse und Stellung der Tragfläche nöthig seien, um abwärts gleitende Körper von einer gegebenen Höhe aus am weitesten zu bringen, also die längste Reise zu machen, um z. B. einen Fluss zu übersetzen oder dergl.

Alle diese Probleme, deren Zahlenresultate aus der Tabelle XI empirisch in Loessl's Buch herausgehoben sind, sind aber mathematisch mit einem Schlage lösbar und daher mühelos und für alle denkbaren Fälle verschieden geformter und beschaffener Flugkörper zu erledigen; wir verdanken die Aufstellung und die Lösung dieser Aufgaben Pénaud, der in einer grundlegenden Abhandlung „Lois du glissement dans l'air" in „l'Aéronaute" des J. 1873 zum ersten Male die Begriffe „Schwebearbeit" und „Translationsarbeit" einführte, und dadurch den Berechnungen der Flugprobleme eine neue wissenschaftliche Basis verschaffte, die höchst aufklärend wirkte und in neuerer Zeit, obwohl lange als theoretische Überflüssigkeit angesehen und bei Seite gelassen, nunmehr in fast allen flugtechnischen Publikationen benutzt wird. In der genannten Abhandlung unterscheidet Pénaud schon zwischen „secundlichem Gefälle" und zwischen „flachster Bahn" und er wendet diese Begriffe sowie den des „Arbeitsminimums beim Schweben" in höchst geistreicher Weise auf den Vogelflug an[1]).

---

[1]) Pénaud ist es auch, der als der Erste (im J. 1872 publicirt) kleine Drachenflieger construirte (Aëroplane). Dabei verwendete er zur Herstellung der Stabilität ein automatisches Steuer, nämlich hinten eine horizontal ausgestreckte, nach vorne etwas geneigte Fläche; diese Drachenflieger sowie seine Orthoptère (Flügelpropeller-Apparate) und Hélicoptère (Schraubenflieger) betrieb er mittels tordirtem Kautschuk, eine scheinbar einfache Neuerung, die aber in dieser Richtung, d. i. für Modelle, einen bedeutenden Fortschritt reprä-

Später behandelte Lippert das specielle Problem der „flachsten Bahn, für seine Parachute-Montgolfiere“ i. J. 1876; — sodann G. Schmidt alle obigen Aufgaben und noch dazu die Frage nach der grössten Tragkraft — ohne Pénaud's Arbeit zu kennen — in der Zeitschr. des Oesterr. Ingen.- u. Archit.-Vereins (J. 1877), wobei er aber noch $sin^2\ \alpha$ statt $sin\ \alpha$ in die Widerstandsformeln einführte, während Pénaud, wie alle Marinetechniker vermöge ihrer Erfahrungen an Segeln und Steuerrudern, $sin^1\ \alpha$ einsetzte; die „flachste Bahn“ benutzte auch Wellner bei der Theorie seines schief fahrenden Warmluftballons und ich selbst behandelte diese Probleme in allgemeinerer Weise in meiner im J. 1889 erschienenen „Flugtechnik“. Eine schöne Anwendung der Pénaud'schen Unterscheidung zwischen Schwebe- und Translationsarbeit machte Müllenhoff in seiner in dieser Zeitschr. 1885 erschienenen Abhandlung über die „Grösse der Flugarbeit“ bei seinen vergleichenden Studien über das Flugvermögen der Vögel.

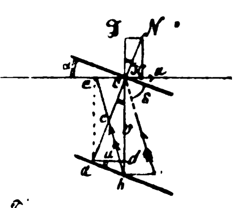
Vor Pénaud wurde, meines Wissens, nicht Schwebe- und Translationsarbeit, sondern nur das Gewicht und der Stirnwiderstand, also zwei Drucke und nicht zwei Arbeiten, mit einander ver-

---

sentirt; denn hierdurch gewann Pénaud gegenüber den früher angewendeten Stahlfedern einen viel leichteren Motor und gegenüber gedehntem Kautschuk einen viel einfacheren Mechanismus, weil er die Rotation unmittelbar gewann. Pénaud machte auch werthvolle Experimente, um direct den Stirnwiderstand verschiedener Vögel festzustellen, bisher die einzige Quelle unserer Kenntnisse dieser wichtigen Grössen; er entwarf auch ein Project für einen Drachenflieger im Grossen und war der Erste, der (im l'Aéronaute des J. 1872) den Gedanken und das Problem aufstellte, das günstigste Verhältniss des Motorgewichts zum Totalgewicht einer Flugmaschine zu suchen, das er zu $1/3$ bestimmte, welchen Gedanken, unabhängig von Pénaud, später Jarolimek ebenfalls fasste und in mannigfachen Arbeiten in sehr interessanter Weise durchführte. Sehr intensiv befasste sich Pénaud auch mit dem Studium der Propeller; die Schraube konnte er nicht genug bewundern, er hielt sie für die vollkommenste technische Maschine, von grösstem Nutzeffect und er begründete diese günstige Ansicht namentlich mit Versuchen über das Verhalten der Luft in der Nähe von Propellerschrauben; er zeigte an den Schrauben seiner oben erwähnten Schraubenflieger, dass man fälschlich behaupte, dass die Luft von den Flügeln radial nach auswärts geschleudert werde; im Gegentheil, Kerzenflammen, hinter der Schraube, so lange sie innerhalb der Cylinderfläche stehen, deren Basis der Schraubenkreis ist, convergiren gegen die Achse, werden also zur Schraube hingezogen, ausserhalb derselben werden sie nur schwach bewegt, und vor der Schraube bilde sich ein erweiterter Kegel, der die Luft von allen Seiten ansaugt“ (l'Aéronaute, December 1876, „Sur la force des êtres volants“). Ob Pénaud auch die sogen. „elastischen“ Luftschrauben anwandte, ist mir zwar wahrscheinlich, aber nicht mit Gewissheit erinnerlich; die erste positive Mittheilung über solche Schrauben für kleine Flugmodelle fand ich im J. 1876 des l'Aéronaute, wo Serge Mikunin berichtet, dass man in Moskau solche elastische Schrauben benutzte, die aus umgebogenem spanischen Rohr mit überspannter Goldschlägerhaut bestehen. Pénaud, immer kränklich, starb in seinem 30. Lebensjahre.

glichen, und scheint Silberschlag dies in der (mir nicht bekannten) Abhandlung „Von dem Fluge der Vögel" (1781) zuerst gethan zu haben[1]).

Bei der grossen Wichtigkeit, welche eine horizontale Translation für die Arbeitsökonomie beim Fluge besitzt, behandelt Loessl speciell den „Schrägen Flügelschlag", durch den eben diese Translation hervorgebracht wird, und es wird in diesem Abschnitte rechnerisch näher auf die Art eingegangen, wie der Vogel seinen Flügel gebraucht, um gleichzeitig horizontal zu schweben und vorwärts zu kommen. Die Loessl'sche Berechnung, die ich durch beistehende Figur erläutere, ist folgende: „Beim schrägen Flügelschlage, d. h. jenem, bei welchem der schräg gestellte Flügel F mit der Geschwindigkeit $cb = v$, und zwar in der Figur vertical, niederschlägt, ist der Normalwiderstand $N = v^2 F \cos \alpha \frac{\gamma}{g}$ und dieser zerfällt in die beiden Componenten des Auftriebes $D = v^2 F \cos^2 \alpha \frac{\gamma}{g}$ und des nach vorwärts


Fig. 5

wirkenden Widerstandes $K = v^2 F \sin \alpha \cos \alpha \frac{\gamma}{g}$. Die erstere Componente liefert nach wie vor die motorische Arbeit zum Auftrieb, welche Arbeit jetzt mit $A_D = v^3 F \cos^2 \alpha \frac{\gamma}{g}$ auszudrücken ist. Die Componente K aber liefert die Arbeit zur Vorwärtsbewegung und hierfür lautet der Ausdruck $A_K = v^3 F \sin \alpha \cos \alpha \frac{\gamma}{g}$." Diese Ausdrücke werden hierauf auf den speciellen Fall der Taube angewendet und dann gesagt: „Ist einmal die geringste Bewegung im horizontalen Sinne eingetreten, so wirken die Flügelschläge nicht mehr mit dem einfachen Flächenmaasse F, sondern mit der ideellen Fläche $F + vb$, worin b die Spannweite der Flügel bedeutet."

Indem ich nun bezüglich der Formel $F + vb$ auf das früher Gesagte verweise, stelle ich der eben citirten Loesslschen Berechnung selbst folgende Bedenken entgegen:

Wenn die Arbeitsausdrücke A_D und A_K richtige sind, so muss natürlich jedenfalls deren Summe gleich der Totalarbeit $D . v$ sein; wie man sieht,

[1]) Was das schöne Problem vom Minimum der Flugarbeit betrifft, so möchte ich mir erlauben, zu erwähnen, dass mir die erste, allerdings unbewusste, Andeutung desselben oder des darin liegenden Gedankens in der Einleitung zu Kant's „Kritik der reinen Vernunft" begegnete; die betreffende Stelle lautet: „Die leichte Taube, indem sie in freiem Fluge die Luft theilt, deren Widerstand sie fühlt, könnte die Vorstellung fassen, dass es ihr im luftleeren Raume noch viel besser gelingen werde." Als ich diesen Passus las (in den Jahren 1863/4), schloss ich sofort, dass hier ein Minimum-Problem vorliege, ohne aber damals der Sache näher zu treten.

ist das nicht der Fall und dies hat seinen Grund darin, dass in diesen Arbeitsausdrücken die Kräfte nicht mit ihren zugehörigen Arbeitswegen multiplicirt erscheinen, sondern mit ganz anderen; so wurde A_D erhalten durch Multiplication von D mit dem Arbeitswege der totalen Arbeit, nämlich mit v, statt mit einem zugehörigen Theile von v; und A_K wurde erhalten, indem K mit v multiplicirt wurde, welches v gar nicht in der Richtung von K liegt, sondern normal darauf, also weder der Richtung noch der Grösse nach der Arbeitsweg von K ist[1]).

Wie nun solche Zerlegungen von Totalarbeiten in Einzelarbeiten vorzunehmen seien, habe ich auf S. 77 bis 79 meiner „Flugtechnik" auseinandergesetzt und auf den speciellen Fall, der hier vorliegt, angewendet; es muss nämlich die totale aufgewendete Arbeit $D.v$ durch die durch den Luftwiderstand entstehende, ihr gleiche $N.n$ ersetzt und nun diese in ihre Componenten der Kräfte und Wege zerlegt werden; also $D.v = N.ac = N.n = D.cd + K.ad$, wobei ad normal auf $cb = v$ gezogen werden muss, um die resp. Arbeitswege von D und K zu erhalten, gemäss dem Satze der Mechanik: das Product aus der Resultirenden in ihren Arbeitsweg ist gleich der Summe der Producte aus ihren Componenten in deren resp. Arbeitswege. Dann ergiebt sich $A_D = D.cd = (N \cos \alpha)(v \cos^2 \alpha) = N v \cos^3 \alpha$ und $A_K = K.ad = (N \sin \alpha)(v \sin \alpha \cos \alpha) = N v \sin^2 \alpha \cos \alpha$, also $A_D + A_K = N.v \cos \alpha = N n = D.v =$ der Totalarbeit; und ausgerechnet, sind dann $A_D = v^3 F \cos^4 \alpha . \frac{\gamma}{g}$ und $A_K = v^3 F \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha \frac{\gamma}{g}$ an Stelle der Loessl'schen Ausdrücke zu setzen.

Zum eindringenderen Verständniss sei noch bemerkt: Da $bd = v - cd = v - v \cos^2 \alpha = v \sin^2 \alpha$ und $K = D tg\, \alpha$ ist, so ist auch $K.ad = A_K = D tg\, \alpha . v \sin \alpha \cos \alpha = D v \sin^2 \alpha = D.bd$, d. h. man kann sich die totale Niederschlagsarbeit $D.v$ bestehend denken aus einem Theil $D.cd$, der die Schwebearbeit repräsentirt, und aus einem zweiten Theil $D.db$, welcher der Translationsarbeit gleich ist und sich, vermöge der Funktion der Flügels als Maschine, in die horizontal gerichtete Translationsarbeit transformirt.

Man könnte hier folgendes einwenden: Wenn der Körper durch eine verticale Führung gezwungen würde, nur lothrecht zu bleiben, d. h. nicht vorwärts gehen, also auch keine Translationsarbeit geleistet werden kann, so würde nach obiger Zerlegung eine Arbeit $D.bd = K.ad$ sich ergeben, die gar nicht realisirt wird?

Auf diese Frage eingehend, muss ich aber vorher eine zweite Einwendung gegen die Loessl'sche Rechnung anführen und diese betrifft die Grösse des

---

[1]) Wie mir der Autor mittheilt, blieb seine Ableitung nur aus Versehen in der für den Druck bestimmten Abschrift stehen, eine andere war schon viel früher vorbereitet.

Normalwiderstandes, in letzter Instanz die Art des Stosses gegen die Luft. Sobald nämlich der Vogel auch nur die geringste Vorwärtsbewegung erhält, ist die relative Geschwindigkeit der Luft gegen den Flügel weder der Richtung noch Grösse nach $cb = v$, sondern bei irgend einer gerade herrschenden, gewissen horizontalen Geschwindigkeit u gleich der Resultirenden aus v und $(-u)$, d. h. eb, welche Geschwindigkeit unter $\sphericalangle \delta$ gegen den Flügel geneigt ist. Und dieser Vorgang bleibt derselbe während des ganzen Dauerfluges, resp. wegen des Intermittirens, während des Flügelniederschlages, der Flügel arbeitet genau wie ein Propeller der Schiffe, indem er gleichzeitig mit dem ganzen Körper vorwärts geht. (Siehe „Flugtechnik" „Physikalische Analyse des Vogelfluges" S. 91 u. ff., wo ich diesen Gegenstand näher betrachtete). Setzen wir daher die wirkliche Luftbewegung gegen den Flügel $eb = c$, so ist statt des obigen N Loessl's, d. h. statt $v^2 F \cos \alpha \frac{\gamma}{g}$ zu rechnen: $c^2 F \sin \delta \frac{\gamma}{g}$ und die Componente K dieses N muss dann $= W =$ dem Stirnwiderstand in Folge der horizontalen Geschwindigkeit u sein, daher auch die Translationsarbeit $A_K = K \cdot ad = (N \sin \alpha)$ $(v \sin \alpha \cos \alpha) = c^2 \, vF \sin^2 \alpha \cos \alpha \sin \delta \frac{\gamma}{g} = W \cdot u$.

Hierdurch sieht man nun, dass die oben gegebene Zerlegung und Ausrechnung von A_D und A_K in der That voraussetzt, dass der Flügel wie durch eine Führung gezwungen sei, in der Lothrechten zu verbleiben, also dass der Vogel gar keine Translation besitze; die Componente K übt nur einen Druck auf diese Führung aus, leistet aber keine Translationsarbeit, hingegen liegt deren Arbeitscomponente A_K total in der horizontal nach rückwärts (links) in der Richtung da geschleuderten Luft, ist also ganz nutzlos; die Arbeitscomponente A_D ist eine Schwebearbeit, genauer eine Hubarbeit, d. h. wenn v eine gewisse Grösse besitzt, so wird $D = G$, dem Vogelgewicht, wenn grösser, so ist $D > G$, der Rumpf würde also gehoben, wie dies bei jeder intermittirenden Arbeitsweise der Fall sein muss.

So wie der Vogel aber allmälig immer mehr horizontal bewegt gedacht, also die lothrecht zwingende „Führung" entfernt gedacht wird, wird A_K immer mehr ausgenutzt, wobei der Vorgang genau jener ist, wie bei der Schiffsschraube, welche bei festgeankertem Schiff das Wasser bloss aufwirbelt, und doch Arbeit consumirt, beim Fahren aber nützliche Arbeit leistet; allerdings sind diese beiden Arbeiten nicht identisch, wie sich aus obigem Ausdrucke für N ergibt, wo statt $v^2 \cos \alpha$ (beim Stillstande) $c^2 \sin \delta$ (für den Fall horizontaler Fahrt) einzusetzen ist und auch die Geschwindigkeit v, also auch $n = ac$ d. h. der Arbeitsweg des Flügels, anders gewählt wird.

Man kann fragen, ob es nicht Fälle giebt, wo die eine Arbeitscomponente $A_K = K \cdot ad$ überhaupt und vollständig nicht vorhanden sei, also weder als nützliche noch als nutzlose physikalische Arbeit von aufgestörten Luft-

massen, wo dann die totale aufgewendete Arbeit nützlich verwendet werden könnte?

Dies ist dann der Fall, wenn die Fläche sich reibungslos, in einem festen Medium, also in ihrer eigenen Ebene fortbewegt, z. B. längs einer keilförmigen Fläche, oder als Schraubenfläche in einer festen Mutter; dann gilt für die Arbeitsumsetzung einfach das Gesetz der schiefen Ebene, und es kommt z. B. bei der festen bewegten Schraube die Umfangsarbeit vollständig als Axendruckarbeit nützlich zum Vorschein.

Fassen wir das Bisherige zusammen, so ergiebt sich für das ganze hier behandelte Problem, folgendes aerodynamisch und flugtechnisch wichtige Resultat:

1) Eine Fläche bewege sich parallel zu sich selbst in einem unnachgiebigen Medium, dann kann sie nur in ihrer eigenen Ebene (oder allgemein: Fläche) sich fortschieben; wenn Reibung nicht vorhanden ist, findet eine vollständige Arbeitsumsetzung statt; die Grösse der Fläche ist auf die Grösse der Arbeit ohne Einfluss, weil das unnachgiebige Medium wie eine unendlich grosse Masse eines nachgiebigen anzusehen, also kein „Slip" vorhanden ist. Dieser Fall kann genannt werden: der Fall einer total geführten Fläche.

2) Fall der partiell geführten Fäche: hier bewegt sich eine Fläche längs einer Richtung, die mit ihrer Ebene einen Winkel bildet (allgemein: nicht in ihrer eigenen Fläche liegt), also in einem nachgiebigen Medium, und diese Richtung ist zugleich eine feste Führung, Die Fläche bewegt sich also stets parallel zu sich selbst, und muss zugleich die feste Linie mit stets demselben Puncte durchdringen; diesen Vorgang repräsentirt Fig. 5, wo die Linie cb die Führung bedeutet, also: der Vogel „am Platze" bleibt.

In diesem Falle kann die nützliche Arbeit nur eine solche sein, deren Arbeitsweg in die Richtung der Führung fällt, also $D \cdot v$ setzt sich nur theilweise, nämlich in $D \cdot cd$ um; der andere Theil, nämlich $D \cdot db$ übt nur einen Druck normal auf die Führung aus und ist physikalisch in der nach hinten geworfenen Luft zu finden. Die Grösse der Fläche hat natürlich auf die Arbeitsgrösse einen Einfluss, weil mit ihren Wachstum der „Slip" abnimmt[1]).

3) Fall der gänzlich freien Fläche; hier bewegt sich eine Fläche also in einem nachgiebigen Medium, und stets parallel zu sich selbst: dann wird die aufgewendete Arbeit nach jenen Richtungen nützlich, also mechanisch verwendet, die den Umständen nach einer nützlichen Umsetzung eben offen stehen; beim Fliegen also bezüglich des Stirnwiderstandes und der Druckwirkung gegen die Schwere, um den Körper zu halten oder zu heben. Die Grösse der Fläche ist wie im Fall 2) natürlich von Einfluss. Beim Vor-

[1]) Falls die feste Führungslinie oder die Bewegungsrichtung überhaupt keine gerade, sondern eine beliebig gekrümmte und falls auch die Fläche nicht immer genau parallel zu sich selbst wäre, so gilt Alles hier Gesagte, also im Fall 2 und 3, ebenfalls, nur bezogen auf alle Elemente des Vorganges.

wärtstreiben eines Wasser-Schiffs wird seitens der Propellerschraube jene Arbeitscomponente, die beim Luft-Schiff zum Schweben dient, nicht ausgenutzt, sondern sie verliert sich nutzlos in centrifugalen Wasserbewegungen.

Denkt man sich die Fig. 5 um 90° gedreht, so hat man den Fall des Fliegens, resp. Schwebens mittels Drachenfliegers vor sich; ist dann v die Geschwindigkeit in horizontaler Richtung, also der Körper im stets gleichen Niveau, so ist $D.v$ die totale aufzuwendende Arbeit und A_K repräsentirt dann die wirkliche Schwebearbeit, indem $K = G$, dem Gewicht, sein muss und $K.ad$ die in die Luft durch den Drachen hineingelegte Arbeit, bezogen auf die lothrechte Richtung (siehe „Flugtechnik“ S. 79); A_D ist die factische Translationsarbeit.

Diese beiden Arbeiten sind also mechanisch genommen, d. h. als Producte von Druck in ihren Weg genommen, von einander ganz unabhängig, d. h. es kann jede von beiden existiren, ohne dass die andere existirt; denn ein am Platz flatternder Vogel hat nur Schwebearbeit, ein längs eines Tisches fortfliegender Körper, dessen Flächen-Propeller nach hinten stösst oder der durch Reactions-Vorrichtungen fliegt, nur Translationsarbeit.

Physikalisch genommen, d. h. auf die gestossene Luft bezogen, bedeuten diese Theilarbeiten folgendes: Denkt man sich die Geschwindigkeiten jedes weggestossenen, resp. in Bewegung gesetzten, Lufttheilchens von der Masse m in zwei Componenten zerlegt, z. B. eine lothrechte v und eine horizontale u, so kann man die lebendige Kraft eines jeden $m\frac{c^2}{2}$ zusammengesetzt denken aus $m\frac{v^2}{2}$ und $m\frac{u^2}{2}$, $\Sigma m\frac{v^2}{2}$ ist dann A_D, und $\Sigma m\frac{u^2}{2}$ ist A_K. Diese Arbeiten müssen jedenfalls geleistet werden und eben deshalb kann man von einer Schwebe-Arbeit auch beim horizontalen Fliegen sprechen, obwohl das Gewicht G gar nicht gehoben wird, also keine Arbeit gegen die Schwere geleistet wird, sie steckt in der Luft und hindert bloss das Fallen. Diese etwas weitläufige Auseinandersetzung schien mir nützlich, weil über diese Begriffe und Grössen, selbst noch in mehreren neuesten Werken der Flugtechnik meiner Ansicht nach fehlerhafte Darstellungen enthalten sind.

Eine mathematisch durchgefühte Darstellung dieses Problems, auf obiger Darlegung basirend, will ich in einem nächsten Aufsatze liefern.

Auch von dieser allgemeinen Darstellung wollen wir eine specielle Anwendung machen, und ich wähle hierzu den in den Proceedings of the International Conference on Aerial navigation held in Chicago (1894) enthaltenen Aufsatz von de Louvrié, betitelt: „The advantage of beating wings.“

In diesem Aufsatz gelangt Louvrié auf etwas andere Weise zu einem analogen, aber noch extremeren Resultate, als Kress im oben citirten Artikel.

Der Gedankengang Louvrié's, den er schon im J. 1880 des l'Aéronaute in der Abhandlnng: „Suspension et propulsion des oiseaux vivants ou mécaniques; gratuité de la suspension" publicirte, ist der folgende: (Siehe Fig. 5).

„Wenn der schief gestellte Flügel mit der Geschwindigkeit v niederschlägt und u die Translationsgeschwindigkeit des Körpers ist, und wenn es keinen Rücklauf giebt, — und es wird auch keinen geben, so lange der Translations-Widerstand nicht grösser als der Propulsionsdruck ist — so wird $u = v tg\alpha$ sein. . . . um zu schweben, muss die Schwere äquilibrirt werden, also muss der Luftdruck $D =$ dem Körpergewichte sein, und es ist dann $K = D tg\alpha$, daher $\frac{u}{v} = \frac{D}{K}$ oder $K . u = D . v$. . . die ganze Prospulsionsarbeit $K . u$ ist daher während des Niederschlages als $D . v$ ausgeübt worden, es findet also bloss eine Transformation der Kräfte statt; da nun die zwei Effecte: Suspension und Propulsion gleichzeitig hervorgebracht werden durch dasselbe Organ und in derselben Bewegung, so muss Einer von beiden gratis sein. Die Suspension ist also während des Niederschlages des Flügels geschenkt und die Propulsionsarbeit accumulirt sich gänzlich als lebendige Kraft der Masse; nach dem Niederschlag bringt diese lebendige Kraft fast gleichzeitig Propulsion, Suspension und Aufstieg des Flügels hervor, und endlich sehen wir ein, dass es möglich wird, fast die ganze Arbeit dieser Kraft aufzusammeln; sie ist wohl beim Vogel verloren, kann aber bei Flugmaschinen verwendet werden, so dass bei einem mechanischen Vogel die ganze nöthige Flugarbeit sich auf die Überwindung des Rumpfwiderstandes reduciren würde." (L'Aéron. 1880 S. 168) „Wenn nämlich der Widerstand beim Aufschlag des Muskels, welcher den Niederschlag hervorbringt, aufgenommen wird von einer Feder, die auf diese Art gespannt würde, so gäbe sie die Arbeit $D v$ zurück bei dem nächsten Niederschlage." (Proceedings S. 269).

Es ist mir Manches in dieser Deduction nicht ganz klar, z. B. wieso oder in welchem Masse „Suspension und Aufstieg (Hebung) des Flügels gleichzeitig stattfinden; von Details abgesehen, wird man aber nach meinen obigen Auseinandersetzungen leicht finden, in wie ferne die ganze Grundanschauung und Rechnung Louvrié's fehlerhaft ist.

Vor allem ist die Grundgleichung $K . u = D . v$ nicht zulässig, denn sie würde nur gelten, wenn $\delta = 0$ wäre[1]), wenn der Flügel gar keinen Luftdruck erleidet, dann ist aber weder Suspension noch Propulsion, also überhaupt kein Flugprocess vorhanden, da ja der Flügel nur in seiner eigenen Ebene vorwärts geht; hieraus folgt dann sofort, dass eine solche vollständige Transformation von $D . v$ in $K . u$ nicht statt findet, und in der That fanden wir oben, dass nicht die totale Niederschlagsarbeit, sondern nur ein Theil derselben, nämlich $D . db$ in $K . ad$ umgewandelt wird, und damit sind wir, durch Analyse des Fehlers von Louvrié nur noch klarer darüber geworden, dass und wie man Suspensions- und Translationarbeit als separate Arbeitsgrössen aufzufassen hat.

---

[1]) In den „Proceedings" auf S. 272 macht Kinball dieselbe Einwendung wie ich hier.

Die bisherige Einwendung gegen Louvrié hat Geltung, ohne dass wir noch über das Regime des Propellers irgend eine Voraussetzung machen mussten; es handelte sich um eine einfache Arbeitszerlegung und das gewonnene, richtige Resultat gilt, ob nun das Niederschlagen der Propellerfläche continuirlich (wie z. B. bei einer Art Oldhamrad) oder intermittirend wie beim Flügel stattfindet; um so mehr vergrössert sich der Fehler Louvrié's in seiner Behauptung eines Vortheils der Flügel gegenüber continuirlicher Arbeit, wenn wir sein Problem noch näher verfolgen und die weiter oben festgestellte Ungünstigkeit der Ökonomie jedweder Intermittenz mit berücksichtigen.

Denn, wie bekannt, muss die Secundenarbeit während des Flügelniederschlages bei Intermittenz des Propeller-Betriebes grösser sein, weil eine Concentration der Arbeit in eine kleinere Zeit nöthig ist, resp. ein grösserer Druck D als das Gewicht des Flugkörpers ausgeübt werden muss, während Louvrié D gleich diesem Gewichte voraussetzt.

Wenn daher schon beim continuirlichen Propeller, ganz abgesehen vom Rumpfwiderstande, eine eigene Schwebearbeit zu leisten ist, so ist dieses beim Flügelpropeller in noch höherem Maasse der Fall, es kann also nicht entfernt davon die Rede sein, dass, wie Louvrié behauptet, beim Flügelapparat einer Flugmaschine bloss den Rumpfwiderstand zu überwinden nöthig sei, man mag nun Federn und dergl. so viel man will in Anwendung bringen[1]).

---

[1]) Denselben Fehler wie Louvrié, nämlich in der Behauptung einer vollständigen Transformation der Flügelniederschlags-Arbeit in Translationsarbeit, was einer Negirung jeder separaten Schwebearbeit gleichkommt, beging der verstorbene Wiener Flugtechnischer Lippert, und ich widmete viele Mühe dem Bestreben zu, die Unrichtigkeit dieser Ansicht nachzuweisen; bei der Neuheit und Schwierigkeit des Gegenstandes nahm meine Analyse in meiner im Jahre 1889 publicirten „Flugtechnik" und vorher im Jahrgang 1888 dieser Zeitschrift einen sehr grossen Raum ein; es handelte sich mir eben darum, solche principielle Fehler im Interesse der Flugtechnik sowohl als in jenem der reinen Wissenschaft vermeiden zu helfen. Mit grosser Antipathie und auch Geringschätzung wurde meine Bemühung als „nur" wissenschaftlich interessant und flugtechnisch gänzlich an und für sich werthlos, mindestens als trockene Subtilität, aufgefasst und heute — werden noch immer dieselben Fehler gemacht und Flugmaschinenprojecte darnach concipirt; — Aufklärungen principieller Natur werden daher von den Flugtechnikern, wie die Erfahrung zeigt, sehr spät oder gar nicht berücksichtigt.

Man darf aber ja nicht glauben, dass sich diese Antipathie der Flugtechniker — von Ausnahmen abgesehen — auf die Theorie überhaupt und als solche erstreckt, sie thut dies nur bezüglich der retardirenden Theorieen; denn wenn eine vielversprechende theoretische Formel auftaucht, so wird nicht erst viel nach der Bestätigung durch die „allein maassgebende" Erfahrung gefragt und eine Kritik der betreffenden Ermunterungs-Formel nicht erst lange abgewartet, sondern selbst die empirischesten Empiriker acceptiren sie unbedenklich und sofort, wie wir das oben gelegentlich der Formel von Lössl über die Sinkverminderung zu bemerken Gelegenheit hatten. Man wird hierbei an das Verfahren kleiner Leute in China

Ein sehr interessantes Thema wird von Lössl auf S. 233 seines Buches behandelt: „Die Muskelstärke der Vögel“.

Der Autor führt zuerst den Satz an, dass die Arbeitsbefähigung jedes animalischen Organismus von dem Querschnitte seiner in Anspruch genommenen Muskel abhänge: dann, dass der 75 kg schwere Mensch das normale Arbeitsvermögen von 12 secmkg besitze und: denke man sich nun „den menschlichen Körper nach dem linearen Massstabe um das 6,3 fache verkleinert, so erhält man fast genau das Gewicht der Taube, nämlich 0,3 kg und hierbei erscheint das Arbeitsvermögen um das $(6,3)^2$ fache verkleinert, es ergiebt sich daher 0,3 secmkg als Arbeitsvermögen der Taube, was sich mit den sonst errechneten Zahlen ziemlich gut decken würde.“

Diese Rechnungsweise, obwohl sie zufällig ein plausibles Resultat liefert, kann jedoch nicht acceptirt werden. Denn das Arbeitsvermögen der Muskeln hängt nicht nur von ihrem Querschnitt, sondern ebenso von ihrer Contractionsgrösse, also im Ganzen von ihrem Volum und, was zu sagen erlaubt ist, von ihrem Gewicht ab; bei den grossen Unterschieden in der Form, also der nicht geometrischen Ähnlichkeit der Muskeln ist daher die Berechnung nach dem blossen Querschnitt nicht zutreffend, und noch weniger ist die Voraussetzung zulässig, dass nicht nur alle Muskeln eines und desselben Körpers, sondern aller Thiere (Menschen und Vögel) geometrisch ähnlich sind, wie dies obiger Rechnung Lössl's zu Grunde liegt. Bei den Vögeln ist ein ganz anderes Verhältnis zwischen dem Gewicht der Brustmuskeln und ihrem Totalgewichte als beim Menschen und überdies ist andererseits die Leistungsfähigkeit des Menschen eine andere, je nachdem er Brust- oder Fussmukeln in Action bringt, so dass wir ohne ein näheres Eingehen in diese Verhältnisse ganz im Unbestimmten bleiben.

Die Untersuchungen über die Verhältnisse der Muskelgrössen und Arbeitsfähigkeiten der Thiere und Menschen begannen namentlich mit einer im J. 1869 publicirten Abhandlung des Physiologen Harting, später (1880) befassten sich Legal und Reichel mit diesem Thema und im J. 1885 Müllenhoff.

Eine Angabe über die wirkliche Arbeitsgrösse der Vögel wurde nicht gegeben, bis ich im J. 1879 in — jedoch nicht gedruckten — Vorträgen über Luftschiffahrt im österr. Ingen.- u. Archit.-Verein, meines Wissens zum ersten Male, diese Aufgaben dadurch löste, dass ich mich einerseits von den Auffassungsverschiedenheiten der Physiologen in diesem Gebiete und von den sehr wechselnden Zahlenangaben unabhängig machte und eine directe, sozusagen technische, Rechnung vornahm. Ich nahm das Gewicht der arbeitenden Muskeln beim Menschen und bei den Vögeln als

erinnert; bevor sie etwas unternehmen, gehn sie von Wahrsager zu Wahrsager und zwar so lange, bis sich Einer findet, der ihnen etwas Angenehmes prophezeit, das Wahrsagen als solches missachten sie durchaus nicht, sondern nur das unangenehme Wahrsagen.

direct bestimmt an, die mittleren Secundenarbeiten dieser Muskeln, aus Messungen der Techniker und Physiologen, ebenfalls als erkannt und da ergab dann eine einfache Regeldetri das Gesuchte sofort, allerdings unter der Voraussetzung der Proportionalität des Arbeitsvermögens und Gewichtes zwischen allen den verglichenen Muskeln.

Der Gang der Rechnung war daher schon damals in der Hauptsache ein vergleichender, und principiell ganz derselbe wie bei Loessl, jedoch mit voller Berücksichtigung der sämmtlichen hier massgebenden Umstände[1]).

Diese meine Berechnung ist, soweit ich die Literatur kenne, noch heute als eine neue, bezw. unbekannte, zu betrachten, denn ich finde nirgendwo derartige Zahlenangaben angeführt, und ich will sie daher nebst der bisherigen Literatur dieses Gegenstandes in einem nächsten Aufsatze mittheilen.

Zur Aufklärung einiger besonderen Erscheinungen des Winddruckes, nach angestellten Versuchen.

Von **Friedrich Ritter.**

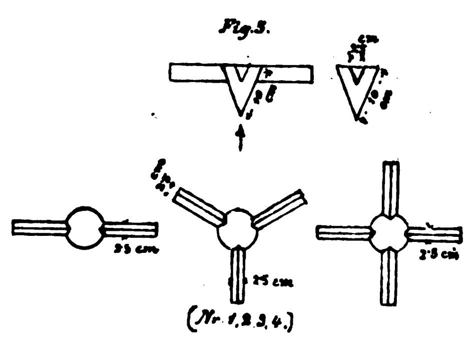
(Fortsetzung).

II.

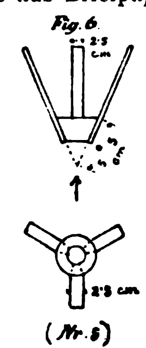
Es ist nicht anzunehmen, dass dieser Einfluss, wenn aus einer Ringfläche ein Theil herausgenommen wird, auf einmal verschwinde; er wird sich vielmehr auch da noch mehr oder weniger fühlbar machen. Dies führt zum Winddruck auf Flächen, welche einem Mittelkörper in Gestalt von Armen angesetzt sind, d. i. zum Winddruck auf zusammengesetzte Flächen.

In der Absicht, für einen Winkel $\varphi = 22^0\ 30'$ die Grösse des Winddruckes auf den ebenen Keil und die nach der Breite oder Länge schief getroffene ebene Fläche zu messen, habe ich diese Flächen, da sie für sich allein nicht in gerader lothrechter Linie niederfallen, einem centralen Kegel als Arme angefügt, um sodann aus der Differenz der bei verschiedener Länge der Arme gemessenen Winddrucke den gesuchten Winddruckscoefficienten zu bestimmen.

Die in dieser Weise entstandenen Versuchsstücke aus Briefpapier sind:



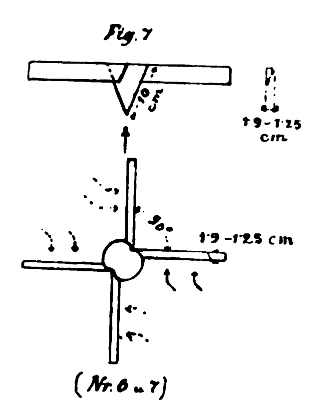
Nr. 1, 2, 3 u. 4: Kegel mit 2, 3, 4 sich symmetrisch gegenüberstehenden keilförmigen Armen.

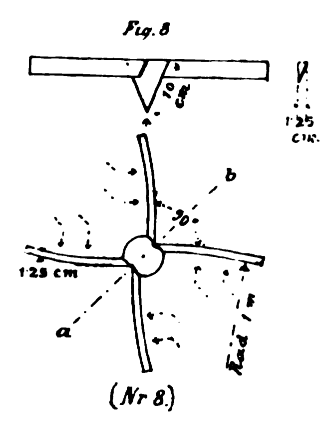


Nr. 5: ein Kegel mit 3 Armen von flachem Querschnitt, dem Winddrucke auf eine nach ihrer Länge schief getroffene Fläche entsprechend.

---

[1]) Die Lössl'sche Rechnung sollte, wie der Autor mittheit, nur eine ganz beiläufige praktische Vergleichung vor Augen führen.

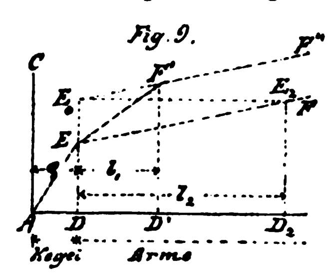




Nr. **6** und **7**: Kegel mit zwei sich symmetrisch gegenüberstehenden Paaren von einseitig schief zum Winde gestellten und zwar geraden Armen (Winddruck auf eine nach der Quere schief getroffene ebene Fläche).

Nr. **8**: wie 6 und 7, jedoch die Arme bei 1.25 cm senkrecht zur Windrichtung gemessener Breite nach einem Radius von 1 Meter der Länge nach einwärts gekrümmt.

Je eine durch eine verticale Trennungsebene ab entstehende Hälfte des letzteren Stückes könnte ungefähr einem fliegenden Vogel verglichen werden, wobei der Innenkegel den Vogelleib, die angefügten Arme die Vogelflügel darstellen.



Indem ich diese Versuchsstücke, nöthigenfalls zur Sicherung des ruhigen Falls in der Mitte beschwert, fallen gelassen und die aus Fallzeit und Fallgewicht berechneten Gesammtwinddrucke über den als Abscissen vorgetragenen Flächen oder Armlängen als Ordinaten aufgetragen wurden, haben sich folgende Erscheinungen gezeigt:

Die Linie der beobachteten Winddrucke zeigte sich bei den Armen von keilförmigem Querschnitt (Versuchsstücke 1 bis 4) ungefähr in E, dem Winddrucke auf den Kegel ohne Arme, beginnend und als gerade Linie EF verlaufend, deren Neigung zur Abscissenachse bei allen vier Versuchsstücken übereinstimmend einen Winddruck auf die keilförmige Fläche bei $\varphi = 22^0\ 30'$ Neigungswinkel von

$$n = 0.38$$

ergab.

In gleicher Weise liessen sich bei den Versuchsstücken 5 bis 8 aus der Neigung des äusseren Theiles $F'F''$ der Winddrucklinien $EF'F''$ die Winddrucke bei $\varphi = 22^0\ 30'$ und zwar:

bei Nr. 5, nach der Länge schief getroffene ebene Fläche, zu $n = 0.11$
„ „ 6–8, nach der Quere schief „ „ „ zu $n = 0.17$

ermitteln.

Der andere, innere Theil EF' dieser Linien zeigte sich jedoch bei diesen Versuchsstücken ausgesprochen stärker, als der äussere Theil gegen die Abscissenachse geneigt; es finden somit bei diesen Versuchsstücken bis auf eine gewisse Entfernung l_1 vom Rande des Innenkegels grössere als die normalen Winddrucke statt.

Die Entfernung l_1 beträgt in Theilen des halben Durchmessers ρ des Innenkegels:

bei Nr. 5, Arme von flachem Querschnitt, $\frac{l_1}{\rho}$ = ca. 2.1

„ „ 6—7, Arme von einseitig schiefem Querschnitt, gerade, $\frac{l_1}{\rho}$ = 2.5 bis 3.2;

„ „ 8, Arme von einseitig schiefem Querschnitt, nach der Länge einwärts gebogen, $\frac{l_1}{\rho}$ = 4.9.

Der innere Theil EF' der Winddrucklinie zeigte sich bei Nr. 5 abwärts, bei Nr. 8 aufwärts gebogen; bei Nr. 6 u. 7, wo derselbe gerade ist, ergab sich der Winddruck im inneren Theile zu $n = 0.59$, d. i. $\frac{0.59}{0.17} = 3^1/_2$ mal so gross als der normale Winddruck. Es fand somit in dem dem Kegel benachbarten inneren Raume des Winddruckgebietes ein $3^1/_2 - 1 = 2^1/_2$ facher Wind über druck über den normalen Winddruck statt.

Verlängert man die Linie $F'F''$ des normalen Winddrucks rückwärts, bis sie in E_0 die verlängerte Ordinate DE des Kegelrandes schneidet, und zieht von da parallel zur Abscissenachse die Linie E_0E_2, bis letztere die von E aus parallel zu $F'F''$ gezogene Linie EF' in E_2 schneidet, so stellt die Länge der Linie $E_0E_2 = l_2$ die Entfernung vor, um welche durch den Mehrwinddruck im inneren Raume die Arme des Versuchsstückes für die Grösse des Winddruckes ideell verlängert erscheinen.

Diese Verlängerung berechnet sich in Theilen des halben Durchmessers ρ des Innenkegels

bei den Armen mit keilförmigem Querschnitte zu $\frac{l_2}{\rho}$ = verschwindend

„ „ „ mit flachem Querschnitte zu $\frac{l_2}{\rho}$ = rund $8^3/_4$

„ „ „ mit einseitig schiefem Querschnitte: Arme gerade zu $\frac{l_2}{\rho}$ = rund $7^1/_2$

„ „ „ „ „ „ Querschnitte: Arme nach der Länge einwärts gebogen, zu $\frac{l_2}{\rho}$ = rund 15

Fliegt z. B. eine Taube mit $\rho = 22^0\,30'$ Flügelneigung und lässt sich bei der gewissen Ähnlichkeit, welche das Versuchsstück 8 mit dem fliegenden Vogel besitzt, das Ergebniss der Versuche auf diesen Taubenflug übertragen, so beträgt nach von Loessl die mittlere Länge des Flügels 24 cm, die halbe Dicke ρ des Vogelleibes 3 cm, somit für den Flug die ideelle Verlängerung des Vogelflügels

$$15 \times 3 = 45 \text{ cm}.$$

Die Flugkraft der Taube würde hiernach durch den Umstand, dass ihre Flügel nicht frei schweben, sondern dem Vogelleibe angefügt sind, auf das $\frac{24+45}{24} = 2.9$ oder fast dreifache ihres sonstigen Werthes erhöht.

Bekanntlich bringt v. Loessl[1]), wenn auch in anderer, mathematisch nicht ganz einwandfreier Weise, die Fläche der Vogelflügel grösser, als sie ist, für die Erklärung des Vogelflugs in Rechnung.

[1]) Die Luftwiderstandsgesetze etc. 1896.

Versuchen wir, uns über die Ursache des an zusammengesetzten Flächen sich kund gebenden Mehrs an Winddruck ein Urtheil zu bilden, so kann wohl zunächst, namentlich beim Versuchsstück 8, auf die an den Ringflächen beobachtete Erhöhung des Winddruckes zurückgegriffen werden, welche auch bei einer theilweisen Öffnung des Ringes nicht sofort verschwinden kann

Eine zweite Ursache dürfte aber darin gefunden werden, dass die dem Innenkörper angefügten Arme im Bereiche des von demselben abfliessenden Luftstromes liegen.

Schon v. Loessl hat diesem abfliessenden Luftstrome, indem er denselben die Corona nennt, seine Aufmerksamkeit zugewendet, und Graf Zeppelin hat in einem 1895 zu Stuttgart gehaltenen Vortrage[1]) auf die beschleunigte Bewegung des von einer Fläche abgelenkten Luftstromes hingewiesen. Jedermann weiss, dass man unmittelbar neben einer vom Winde getroffenen Fläche wie Haus, Zaun u. dgl. am stärksten den Wind verspürt.

Trifft ein solcher abgelenkter, beschleunigter Luftstrom auf eine in seinem Bereiche liegende zweite Fläche, so kann dieselbe, weil die Winddrucke nach dem Quadrate der Windgeschwindigkeit wachsen, je nach ihrer Lage und Gestalt, leicht einen Winddruck vom 2-, 3-, und mehrfachen Betrage des reinen Winddruckes empfangen.

Beim Bau der Forthbrücke in England waren[2]) zur Messung des Winddruckes drei Tafeln aufgestellt, eine 27 qm grosse Tafel unten und darüber zwei nur je 0,14 qm haltende kleine Tafeln, so dass sich diese kleinen Tafeln wahrscheinlich im Abwinde der grossen befanden.

Die grosse Tafel zeigte 131,5 kg, die eine kleine Tafel 199 und die andere 170,5 kg per qm Winddruck.

Die Versuche Langley's[3]) mit horizontal gegen die Luft bewegten schwach geneigten Tafeln haben bekanntlich bis zwei- und dreimal so grosse Winddrucke, als sie sonst (z. B. Sinusformel) gemessen wurden, ergeben. Die Versuchstafeln waren aber horizontal zu beiden Seiten eines aufrechten Mittelbalkens gelagert, so dass der von diesem Mittelbalken abströmende Wind auf die Tafeln fiel und Windnebendrucke, — so könnte man diese Winddrucke vielleicht nennen, — hervorrufen musste.

Dines in London[4]) hat, ebenfalls an einem Rundlaufapparate mit schmalen Tafeln operirend, gefunden, dass durch das Nebeneinanderlegen zweier Tafeln sich der Winddruck von 50 auf 76 erhöhte. Da die Tafeln vermutlich wie bei Langley an einer Art Gerüst befestigt waren, welches mit den Tafeln eine zusammengesetzte Fläche bildete, so hat der eigentliche Winddruck auf eine Tafel wahrscheinlich nicht 50, sondern $79 - 50 = 29$ betragen, während der Rest von 21 auf Nebenwinddrucke entfiel.

An einem Rundlaufapparate sind die Versuchsflächen überhaupt mindestens mit Stielen befestigt, welche mit den Versuchsflächen zusammengesetzte Flächen bilden. Wenn daher beispielsweise der Winddruck auf die senkrecht getroffene ebene Fläche

durch Lilienthal[5]) am Rundlaufapparate	zu $n = 1{\cdot}0$
durch v. Lössl am Rundlaufapparate	zu $n = 1{\cdot}0$
später nach theilweise anderen Messungsweisen	zu $n = 0{\cdot}94 - 0{\cdot}83$

[1]) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, 1895.
[2]) Schweizerische Bauzeitung 2. März 1889.
[3]) Langley, Experiments in Aërodynamics 1891.
[4]) Vereinszeitschrift 1891.
[5]) Der Vogelflug u. s. w. 1889.

auf Mount Washington[1]) an dem Winde ausgesetzten
Platten zu $n = 0{\cdot}75$
gefunden wurde, so sind die in diesen Zahlen sich kund gebenden Verschiedenheiten des Winddrucks nicht zum geringen Theil auf Windnebendrucke zurückzuführen.

Vermindert dies den Werth der an Rundlauf- und ähnlichen Apparaten gewonnenen Winddruckscoefficienten? Ich glaube es nicht, denn wenn Windnebendrucke so vielfach vorkommen, so sind Coefficienten, welche ein gewisses Mass solcher Nebendrucke bereits in sich schliessen, für den praktischen Gebrauch vielleicht oft besser als die Coefficienten des reinen Winddrucks.

(Schluss folgt).

Wie bewegt sich die vom Flügel getroffene Luft?

Zugleich eine Kritik des modernen Luftwiderstandsbegriffes.

Von Dr. E. **Jacob** in Kreuznach.

Soweit ich die Literatur des Fluges kenne, ist es noch allgemein herrschende Ansicht, dass die den Flugkörper (Vogel, Insect) hebende Kraft daraus entspringe, dass der Flügel Luft nach unten schlage und die Reaction dieser nach unten in Bewegung gesetzten Luftmasse die Tragkraft liefere oder vielmehr vorstelle.

Ich habe schon in früheren Arbeiten den Schluss gezogen, dass diese Vorstellung in soweit irrig ist, als sie die Existenz von Luftströmen voraussetzt, resp. auf der Existenz von Luftströmen beruht, welche vom Flügel entspringend abwärts gehen sollen.

Allerdings besteht die Tragkraft nur in dem Rückstoss, welchen der Flügel an der Luft erleidet, aber die modernen Vorstellungen über die Art des Rückstosses sind, wie ich zeigen will, noch durchaus irrig. So einfach, wie man sich jetzt den Vorgang der Reaction vorgestellt hat, ist die Sache doch nicht.

Langley zieht zur Erklärung der wunderbaren Schwebeflugerscheinungen den „internal work of wind“ zu Hilfe und ist damit auf einem guten Wege, allerdings nur auf einem Wege und nicht am Ziel, denn der Vorgang ist noch „much more internal“ als er angenommen hat.

Die allgemein geltenden wissenschaftlichen Erklärungen und Vorstellungen des Luftwiderstandes der Flugthiere sind heute noch völlig unzureichend, die Erscheinungen zu erklären, was auch in den Werken der besten Autoren mehr oder weniger verschleiert, theils zugegeben wird, theils zwischen den Zeilen zu lesen ist.

Wie scharf aber die heute noch moderne Widerstandstheorie mit den Thatsachen contrastirt, will ich nachstehend an einem Beispiele noch einmal vor Augen führen. Als bestes Beobachtungsflugthier wähle ich die Taube.

Alle Daten, wie Grösse der Flügelfläche, der Geschwindigkeit derselben, das Gewicht etc. sind von den besten Autoren, wie Lilienthal und Marey etc. bestimmt worden und zeigen genügend Uebereinstimmung. Auch ist dieses Thier für die Beobachtung sehr bequem.

Der bis heute wissenschaftlich anerkannte Luftwiderstand leitet sich — kurz ausgedrückt — aus der Formel Fv^2 ab (die constanten Factoren lasse ich, weil bei dieser Betrachtung unwesentlich, hier weg). Dies Gesetz ist ja zweifelsohne völlig richtig für Luft, welche gleichmässig auf eine Fläche aufströmt, aber durchaus nicht auf die Flugerscheinungen anzuwenden, wo ganz andere Verhältnisse herrschen. Wenn wir z. B. nach diesem Gesetze den Widerstand des Taubenflügels „beim Fluge

[1]) Vereinszeitschrift 1891.

auf der Stelle" berechnen, so finden wir Werthe, die weit unter dem Gewichte der Taube bleiben. Nach Lilienthal ist der so errechnete Werth nur $^1/_{10}$ des Taubengewichts selbst während der Zeit des Flügelniederschlags, nämlich nur 0,032 kg., während derselbe 0,700 kg = 20 mal so gross sein müsste, um das Sinken der Taube auch während der Flügelhebung auszugleichen.

Lilienthal constatirt also, dass die Rechnung durchaus nicht die thatsächliche Tragkraft der Flugorgane erklären kann.

Die Rechnung lässt uns vielmehr im Stich, aus ihr kann man nur $^1/_{20}$ der Tragkraft ableiten, „die Taube fliegt aber wirklich." Er sucht die Erklärung dieses Widerspruches „in den Schlagbewegungen." Sehr richtig, aber ich constatire hier, dass man deutlicher das Vorhandensein von etwas Unbekanntem nicht zugeben kann.

Was sind Schlagbewegungen? Aber weiter. Die Erklärung selbst dieses geringen Bruchtheiles von $^1/_{20}$ der Tragkraft durch die Formel Fv^2 ist auch noch lange nicht einwurfsfrei, denn sie beruht auf der Annahme, dass der L u f t w i d e r s t a n d d e s F l ü g e l s b e i m H e b e n = N u l l s e i. Wie kann man eine solche Annahme machen?

Wird denn beim Heben des straff angespannten Taubenflügels, der sichtlich quer gegen die Bewegungsrichtung ausgespannt ist — auch beim Heben des Flügels — nicht auch Luft verdrängt, fortgestossen, beschleunigt? Nach dem Augenschein, den ich täglich mehrfach habe, muss ich völlig unparteiisch erklären, dass ich einen wesentlichen Unterschied zwischen Auf- und Abschlag in dieser Beziehung nicht annehmen kann. Der Flügel ist etwas concav nach unten. Ausser diesem Umstand könnte ich beim besten Willen keinen andern Umstand anführen, welcher den Widerstand beim Heben kleiner erscheinen liesse als den beim Niederschlage.

Ist es da nicht vollkommene Willkür, den Widerstand beim Heben als „Null" anzunehmen? Müsste man denselben nicht vielmehr — bei Zugrundelegung von Fv^2 — näherungsweise gleich gross annehmen, soweit er von F abhängt? (v wird zunächst noch gleich gross beim Heben und Senken angenommen).

Es ist gar kein Zweifel, dass man dies thun würde — wenn die Erklärung dadurch gefördert würde — allein die Erklärung nach Fv^2 wird hierdurch geradezu undurchführbar, deshalb nimmt man an, es sei kein Widerstand vorhanden. Um kein Missverständniss hervorzurufen, erkläre ich schon hier, dass ich selbst überzeugt bin, dass kein Widerstand beim Heben der Flügel stattfindet, aber aus ganz anderen Gründen, als den Folgen des Gesetzes Fv^2. Letzteres verlangt ohne irgend welchen Zweifel als unerbittliche Consequenz, einen nahezu gleichen Widerstand beim Heben wie beim Niederschlage. Dieser Widerstand beim Heben müsste aber von dem beim Niederschlage in Abzug gebracht werden, wo dann ein Minimum übrig bleibt, welches wir praktisch als Null betrachten können.

Ja, woher entspringt denn die Tragkraft? höre ich den Gegner fragen. Worauf ich erwiedere: Jedenfalls nicht aus dem Gesetze Fv^2 = dem, was ich „Schiebewiderstand" genannt habe.

Denn ausser allen diesen Gründen kann ich noch einen weiteren, ebenso durchschlagenden anführen, welcher sich auf die Beobachtung von Marey stützt, dass der Aufschlag nur halb so lange währt als der Niederschlag. v ist also beim Heben doppelt so gross als beim Niederschlag und daraus unausweichlich Fv^2 4 mal so gross — so weit es von v abhängt. — Berücksichtigen wir nun, dass die Zeitdauer des Hebens beim doppelten v nur $^1/_2$ ist, so bleibt die beschleunigende Wirkung des Widerstandes auf den Vogel nach unten immer noch $^1/_2 \cdot 4 = 2$ mal so gross als beim Niederschlage der Flügel auf den Vogel nach oben.

Darnach ergiebt die Rechnung nach dem Gesetze $F v^2$, dass die Taube als Gesammtwirkung von Auf- und Abschlag der Flügel überhaupt keinen Auftrieb, sondern als Resultante eine Beschleunigung nach abwärts erfährt, ungefähr von $^1/_{10}$ $g = 1$ Meter pro Secunde, welcher Niedertrieb sich also der Schwere noch addiren würde.

Das ist die eiserne Consequenz des Gesetzes Fv^2, wenn die Dinge so gesehen werden, wie sie liegen, und nicht wie die Phantasie sie formt, um erklären zu können.

Diese Beobachtung von Marey genügt allein, die Anwendung des Gesetzes $F v^2$ als Erklärung für den Flügelschlagwiderstand zu Falle zu bringen. Sie ist geradezu ein Schlag ins Gesicht für den bisher üblichen Flugwiderstandsbegriff.

Diese Ausführungen stimmen mit einer boshaften Bemerkung überein, welche ich irgendwo gelesen oder gehört habe, die Mathematiker hätten die Unmöglichkeit des Vogelflugs bewiesen.

In dem neuen Werke von Loessl ist die Flugwirkung des Taubenflügels mit ganz anderem Resultate berechnet. Ich möchte mit möglichst wenig Schärfe die dortigen Ausführungen bekämpfen, bemerke deshalb bloss, dass die Beobachtungen Marey's dort gerade umgekehrt angewandt sind — d. h. die Geschwindigkeit beim Niederschlage ist fast doppelt so gross genommen als beim Aufschlage, was allein schon das Resultat völlig umkehren muss. Ferner ist aber auch der Taubenflügel beim Heben auf $^1/_4$ seiner Fläche reducirt gedacht, und dies ist durch eine Abbildung illustrirt. Ich muss sagen, ich habe niemals eine so grosse Abweichung zwischen einer Beschreibung nnd meiner eigenen Beobachtung gefunden. Diese beiden Differenzen, welche sowohl F wie v betreffen, erklären die in schärfster Opposition stehenden Resultate völlig genügend.

Viel kürzer noch als oben geschehen, kann man die Wirkung des auf und ab oscillirenden Taubenflügels nach dem Gesetze Fv^2 durch die Ueberlegung finden, dass beide Male (auf und ab) gleich viel Luft aus dem Wege geräumt wird, beim Heben des Flügels aber mit doppelter Geschwindigkeit, so dass dadurch der Luft die doppelte Bewegungsgrösse nach oben, der Taube die doppelte Beschleunigung nach unten ertheilt wird. Hieran wäre nur die kleine Correction für Convexität des Flügels nach oben anzubringen.

Diese Darstellung illustrirt deutlich, wohin man kommt, wenn man durchaus erklären will, obgleich dafür alle und jede Handhabe fehlt. Nicht allein es wird der Wissenschaft nicht genützt, sondern es wird jeder mögliche Fortschritt erschwert. Der Fortschritt kann nur dadurch kommen, dass man die Widersprüche zwischen Theorie und Thatsachen scharf ins Auge fasst. Diese Widersprüche sind die Quelle der Erkenntniss, sie regen zu neuen Vorstellungen und Experimenten an.

Lilienthal hat schon deutlich gesagt: „Es sind die Schlagbewegungen.“ Hier ist also der dunkle Punkt. Merkwürdigerweise hat er aber diesen Gedankengang nicht weiter verfolgt, wahrscheinlich nur deswegen, weil er eine theoretische Bearbeitung für unfruchtbar ansah und die Richtung seiner Arbeiten mehr auf dem Gebiete des Experiments lag.

Davon ausgehend, dass ich gerade umgekehrt in der theoretischen Beearbeitung vielleicht schon weiter gegangen war, als es ohne Bestätigung des Experiments räthlich ist, suchte ich seit einiger Zeit flügelschlagende Apparate zu construiren, um auch eine experimentelle Unterlage zu gewinnen.

Leider sind die Constructionsschwierigkeiten sehr grosse, und ich besitze noch keinen Apparat, der einigermassen nach dem von mir aufgestellten Flügelbewegungsgesetze schwingt. Ich hatte im vorigen Winter einen weit besseren als heute, der an „Verbesserungen“ zu Grunde ging. Er hatte den Fehler, die Unter-

suchung der Luft uuter dem Flügel nicht so gut zuzulassen und büsste bei der nöthigen Umconstruction seine besten Eigenschaften ein.

Die Resultate sind aber trotzdem interessant genug, um sie hier folgen zu lassen.

Ein oscillirender Flügel — gleichviel ob die Gleichgewichtslage (die Lage der grössten Geschwindigkeit) in der Mitte oder mehr am Ende der Bahn liegt — stösst die Luft nicht in der Bewegungsrichtung des Flügels fort, sondern in der Richtung der Flügelfläche, welche senkrecht zur Bewegungsrichtung ist.

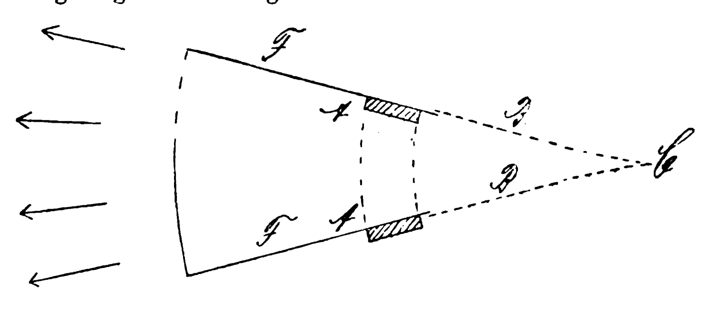


Fig. 1.

Der Flügel F aus Cartonpapier, der an zwei Stahlbändern B befestigt ist, die andererseits wieder an der unbeweglichen Achse C festsitzen, trägt einen gleichfalls daran befestigten eisernen Anker A, den ich durch einen Elektromagneten nach Art des Neef'schen Hammers in Bewegung setzen kann.

Ich kann so den Flügel F oscilliren lassen wie in der Skizze zu ersehen, in welcher die höchste und tiefste Stellung gezeichnet ist.

Die Luft entweicht nur in der Richtung der Pfeile, einerlei, ob der Flügel gleichmässig schwingt oder excentrisch.

Ich will nämlich der Kürze halber diejenige Schwingungsart mit „excentrisch" bezeichnen, bei welcher die grösste Geschwindigkeit nicht in der Mitte, sondern mehr am unteren Ende der Bahn liegt, auch bei der Hebung des Flügels.

Dieser Versuch ist als eine entscheidende Widerlegung der Vorstellung, dass die Flügel der Flugthiere Luft nach unten schlagen, zu betrachten.

Dass die Luft senkrecht zur Bewegungsrichtung der Fläche entweicht, ist auch ein Resultat der v. Loessl'schen Versuche, welche ausserordentlich eingehend sind, besonders in dem hier geltenden Falle, dass die Fläche senkrecht zur Bewegungsrichtung steht. Man kann sich auch schon mit jedem Fächer in einfachster Weise davon überzeugen.

Als mein Flügelapparat einmal ausgezeichnet arbeitete (oscillirte) unter Bedingungen, die den excentrischen Gang am besten gewährleisteten, konnte ich Folgendes wahrnehmen:

Der Flügel warf auch nur Luft nach der Richtung der Pfeile hin aus (s. Figur), dagegen saugte er dieselbe vorzugsweise von oben an, was daraus erkannt wurde, dass eine darüber gehaltene Flamme so herunter gesaugt wurde, dass es aussah als durchdränge sie den Flügel von oben nach unten ganz und gar. Ausserdem wurde überall seitlich Luft angesaugt, auch ziemlich tief unten noch ganz deutlich.

Merkwürdig war das Verhalten unter dem Flügel. Obschon der Raum unter dem Flügel nicht gut zugänglich war, konnte man doch sehen, dass eine Flamme dort nur beunruhigt wurde, aber so dass man weder von einem Ansaugen noch von einem Niederdrücken bestimmt reden konnte. Es fehlte jedes Anzeichen eines nach unten gehenden Luftstromes, wenn man nicht das etwas Zusammengedrückte und Unruhige der Flamme dafür nehmen wollte — ein Verhalten, welches die Flamme

an den Stellen, wo sie eingesaugt wurde, nicht zeigte. Dort bildete sie nämlich eine nach dem Flügel stetig hingerichtete Zunge und ich habe schon erwähnt, dass diese Zunge sich zeitweise von oben tief nach unten bis in die unterste Lage des Flügels erstreckte. Eine eingehende Analyse dieses Verhaltens werde ich später zu geben suchen. Heute bemerke ich nur, dass dieses Versuchsresultat vollkommen übereinstimmt mit den Wägeerscheinungen der schwärmenden Fliege, welche die Abwesenheit eines nach unten gehenden Luftstromes auch beweisen.

Es lässt sich darnach die Anschauung, dass die Flügel Luft nach unten schlagen, in keiner Weise aufrecht erhalten. Sie ist vollständig als widerlegt anzusehen, ebenso wie die bisherige Widerstandsanschauung, wonach der Widerstand des Flügels ebenso vom Quadrat der Geschwindigkeit abhängen soll wie die Experimente bei gleichmässiger Bewegung von Flächen dies aufweisen.

In dem ganz auf diese alte Anschauung gegründeten Werke von v. Parseval „die Mechanik des Vogelflugs“ findet sich folgende beachtenswerthe Erklärung als Schluss einer langen Reihe mathematischer Beobachtungen:

„Als wichtigstes Resultat derselben, wie überhaupt der ganzen Schrift können wir aussprechen:

1) Unsere bisherigen Luftwiderstandsformeln geben den Luftwiderstand viel zu niedrig an, demgemäss berechnet sich nach ihren ein so hoher Arbeitsverbrauch für den Normalflug, wie er in der Natur nirgends beobachtet wird“

und nach Seite 117

> „Das ganze Luftwiderstands-Problem ist übrigens nicht am Studirtische lösbar“ etc.

Man ist demnach erstaunt, wie der Verfasser es trotzdem unternommen hat, eine so eingehende, mühevolle und geistreiche Arbeit auf ein so schwaches Fundament zu setzen und ich möchte den Wunsch aussprechen, dass dieselbe Kraft sich auf einwurfsfreierer Grundlage versuchen möchte.

Damit wird aber die Frage, wie die Tragkraft wirklich entsteht, um so brennender und es sei mir deshalb gestattet, meine früheren Ausführungen weiter zu entwickeln und zu ergänzen resp. auch theilweise zu corrigiren.

Ich habe in meiner Abhandlung über die Beschaffung der Tragkraft (d. Z. 1894, Seite 120) aus den Gesetzen der Mechanik abgeleitet, dass die aufeinander wirkenden Massen — Vogelmasse a und Luftmasse b — in einem solchen Verhältnisse stehen müssen, dass b weit grösser ist als a, denn nur in diesem Falle wird die vom Vogel aufgewandte Arbeit zu seiner eigenen Bewegung verwandt.

Wäre dagegen $a > b$, so würde vorzugsweise eine Bewegung der Luft eintreten d. h. die vom Vogel geleistete Arbeit würde hierfür verbraucht und wäre für die Beweguug des Vogels grösstentheils verloren. Es würde dann das entstehen, was man ein „Gebläse“ nennt — der Vogel würde zu einem Luftstromerzeuger — bei welchem Vorgange die Reaction auf den Vogel eine minimale ist.

Dieser Schluss leitet sich aus den primitivsten Gesetzen der Mechanik ab — er ist unwiderleglich und es ist auch nie versucht worden, ihn zu widerlegen.

Wenn irgend eine Grundlage fest und sicher ist und als Ausgangspunkt aller weiteren Betrachtungen dienen kann, so ist es diese. Deshalb möchte ich alle Berufenen bitten, diesen höchst wichtigen Satz, der als Fundament und Prüfstein aller weiteren Schlüsse dienen kann und dienen muss, einer Discussion zu unterziehen und etwaige Aussetzungen vorzubringen.

Damit wird die Frage definitiv entschieden, dass weder das Flugthier noch das Luftschiff ein „Gebläse“ sein kann — dass die zu beschaffende Tragkraft nicht aus der Reaction erzeugter Luftströme bestehen kann. Wenn es nun die Reaction bewegter Luftmassen als Massen nicht ist, so muss es eben eine anders geartete

Reaction sein und es entsteht die Frage, ob eine solche denkbar ist und als möglich erscheint. Ich betrachte es geradezu als den einzigen Weg der Lösung des Flugproblems, diese Art der Reaction aufzusuchen. Ohne tieferes Eindringen in das Wesen der Luft geht dies aber nicht. Die Mathematik kann uns hier zunächst nichts helfen, sondern zuerst kommt die Auffindung des physikalischen Vorganges. Dann mag uns die Mathematik helfen ihn nach Maass und Zahl festzustellen. Finden können wir ihn nur durch das Experiment und daraus entspringende neue Vorstellungen, welche sich logisch aus dem Experimente ergeben.

Solche Experimente sind die Lilienthal'schen Schlagbewegungen und die Wägeerscheinungen eines Flugthieres beim Fluge.

Wenn eine an einer Wage hängende Glocke in dem Augenblicke an Gewicht zunimmt, in welchem von unten eine Fliege hineinschwirrt, und zwar um das ganze Gewicht der Fliege — solches ergiebt sich aus meinen Versuchen, — so ist dies doch eine ganz neue, nicht voraus zu berechnende Thatsache, welche uns lehrt, dass durch den Flugvorgang der Druck der Luft auf das Glockeninnere in der Richtung nach oben um das Fliegengewicht abgenommen haben muss. Denn weil die Wage eine Gewichtszunahme der Glocke zeigt, ohne dass an der Glockenmasse irgend etwas geändert ist und auchohne dass aussen der Luftdruck zugenommen haben kann, so bleibt nichts übrig, als dass er innen abgenommen haben muss. In diesem Falle wird nämlich die Glocke geradeso niedergedrückt werden, als wenn ihr Gewicht zugenommen hätte.

Wie ist aber eine Abnahme des Luftdruckes gegen das Innere der Glocke möglich? Die Atmosphäre kann doch frei zutreten (abgesehen von dem kleinen Hinderniss der schwirrenden Fliege).

Hier gilt es nun das Dunkel aufzuhellen. Hier scheint ein absoluter Widerspruch zu walten, ein Widerspruch gegen alle unsere jetzigen Erfahrungen. Aber auch der freie Flug ist ein Widerspruch gegen alle in unseren Laboratorien gefundenen Gesetze, so sehr man sich auch bis jetzt gedreht und gewunden hat, um die Widersprüche zu verschleiern und unser heutiges Wissen als dazu genügend erscheinen lassen.

Bei jedem Fortschritte muss man seiner bisherigen Anschauung Gewalt anthun, um ihn aufzunehmen und zu begreifen. Nur die unerbittliche Logik kann solche neue Vorstellungen dem Suchenden abpressen. Wollen wir fortschreiten, so müssen wir es wagen, selbst auf die Gefahr hin, geirrt zu haben. Und in dieser Lage bin ich nun, wenn ich meine früheren Angaben der strahlenden Pressionen aufrecht erhalte und weiter erläutere.

Wir wissen vom Licht, dass es in Zuständen erscheint, wo es sich in gewissen Ebenen anders verhält als nach andern, was man mit „polarisirt" bezeichnet. Sollte es nicht auch mit der Luft ähnlich sein können?

Sollte es nicht möglich sein, dass die Molekelschwingungen der Luft unter dem Einfluss excentrisch schwingender Flügel nach gewissen Richtungen „polarisirt" werden können, so dass sie nach diesen Richtungen stärker oder schwächer sind also auch drücken, als nach andern?

Unter dem Zwange von Thatsachen und Mangels einer besseren oder einfacheren Erklärung muss ich dies annehmen. Die strahlende Pression könnte man also auch mit „Polarisation" bezeichnen.

Mit dieser Annahme würde dann der Widerspruch beseitigt sein, dass die Luft in der Glocke zwar die gewöhnliche Pression der Umgebung hat, aber dabei doch in den Richtungen von der Fliege nach der Glocke eine Depression zeigt.

Ich kann bei dieser Gelegenheit auch die früher angenommenen stehenden Wellen fallen lassen. Als ich diese Annahme machte (d. Z. 1894, Seite 284 – 291) hatte ich noch keine nähere Vorstellung von der Schwingungsart des Flugthierflügels.

Die Akustik hat uns bereits die Schallstrahlen kennen gelehrt. Aber diese Schallstrahlen zeigen weder ausgesprochene Pression noch Depression, vielmehr beides zusammen resp. so rasch hinter einander, dass man sie nicht bemerken und unterscheiden kann.

Wenn eine Aeolsharfe oder eine gespannte Membran tönen soll, muss sie doch von der Luft einen Stoss erhalten. Diesem Stosse — momentanen Pression — folgt sofort eine Depressionsbewegung der Luft, worauf die Membran zurückspringt. Dies in seiner Wiederholung heisst Schwingung. Wenn die Membran so gespannt ist, dass sie mit der Luft isochrone Schwingungen machen kann, so geräth sie ins Tönen.

Mit diesem Luftzustande der wechselnden Pressionen und Depressionen, deren Empfindung wir mit Ton oder Schall bezeichnen, hat die vom excentrisch schwingenden Flügel ausgehende Lufterregung zwar das gemein, dass vom Flügel auch Pression und Depression ausgeht.

Aber diese vom Flügel ausgehende Erregung unterscheidet sich dadurch, dass nicht nach der gleichen Richtung gleichwerthige Pressionen und Depressionen sich folgen, wie bei einer schwingenden Saite, sondern vom Flügel nach unten fast nur Pressionserregungen, nach oben fast nur Depressionserregungen ausgehen.

Es besteht also ein durchgreifender Unterschied zwischen dem Schall und der Lufterregung durch den excentrisch schwingenden Flügel, wodurch der Einwurf des Herrn Eug. Kreiss hinfällig wird. Den weiteren Einwurf desselben, dass das Räthsel der Tragkraft grosser Vögel durch meine Theorie noch weniger erklärt werde als bisher, muss ich als viel berechtigter anerkennen. Ich bemerke dagegen heute nur, dass nicht allein die Beschleunigung, sondern in noch höherem Masse die Zeitdauer der Beschleunigung eine Rolle spielt, wie früher schon erwähnt, und gedenke diesen Punkt später zu behandeln.

Noch möchte ich zur Beleuchtung des Werthes des Widerstandsgesetzes Fv^2 für die Flugbewegungen ein Experiment beschreiben, welches ich bereits Herrn Lilienthal einige Wochen vor seinem Tode persöhnlich mittheilte.

Ein Drahtring von ca. 30 Centim. Durchmesser ist lose mit leichtem Stoff überspannt und mittelst 8 nach oben (*b*) zusammenlaufenden Fäden, die am Ringe befestigt, vom Boden oder Tische aufzuheben.

Wenn man den Finger in die Ecke der zusammenlaufenden Fäden steckt und den Ring durch einen plötzlichen Stoss nach oben bringt, so zeigt sich kein Ausbauchen des Stoffes nach unten wie in *b*, wie man es erwartet, sondern nach oben wie in *c*, wodurch der absolute Beweis geliefert ist, dass während des Hebens kein Gegendruck der Luft von oben, sondern ein Druck von unten von der Luft ausgeübt wird. Es wäre nur noch eine Controverse möglich über die Entstehung der Erscheinung. An der Erscheinung selbst ist kein Zweifel und damit auch bewiesen, dass ein durch einen plötzlichen momentanen Muskeldruck in die Höhe geschlagener Flügel auf seiner Bahn keinen Widerstand von der Luft erfährt. Dies ist aber die Bewegungsart, welche der excentrisch schwingende Flügel machen muss, nämlich gleich mit dem Maximum der Geschwindigkeit einsetzen und mit abnehmender Geschwindigkeit nach oben gehen.

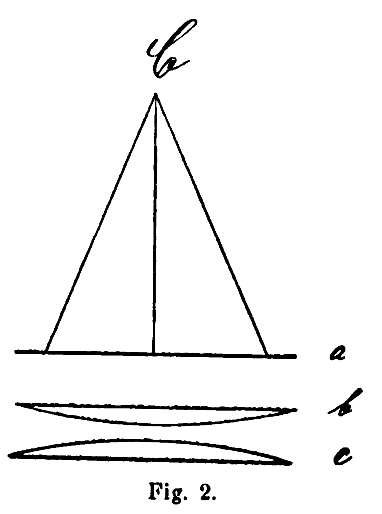


Fig. 2.

Dass das Widerstandsgesetz Fv^2 hier nicht angewandt werden kann, ist damit einwandfrei bewiesen.

Die Geltung dieses Gesetzes Fv^2 auf die Flugerscheinung zu brechen — eine Bresche in den Festungswall alter Vorurtheile zu schiessen, scheint mir aber zur Anbahnung des Fortschritts absolut nöthig. Wenn den Mechanikern der Weg gezeigt wird, wenn das geltende Bewegungsgesetz des Flügels klar erkannt ist — dann wird es nicht mehr langer Zeit bedürfen, brauchbare Flugconstructionen herzustellen.

Kleinere Mittheilungen.

Zu den aviatischen Bestrebungen. Es hat Jahrhunderte bedurft, um das einfache Gesetz des Fluges so zu formuliren, dass es Jerdermann verständlich geworden ist und aus dem Wortlaut desselben die Grundbedingungen, welche die Flugmöglichkeit bei ihrer stricten Erfüllung herbeiführen müssen, herauszulesen.

Die einzige Forderung, die zur vollständigen Lösung des Flugproblems zu erfüllen ist, besteht, wie heute jedem Flugtechniker gegenwärtig ist, darin, dass die Summe der Kräfte, welche zu Wirkung zu bringen sind, die Last, welche zum Fluge gebraucht werden soll, um ein Beträchtliches überwiegen müsse.

Wird diese allereinzige Grundbedingung der Flugmöglichkeit erfüllt, so obwaltet kein Zweifel darüber, dass auch der schwerste Körper zum Fliegen gebracht werden kann, denn die sodann in ihm wohnende Kraftgrösse befähigt ihn zum Aufsteigen und nach Vollendung dieser, das Räthsel des Fluges in sich fassenden Arbeit, ist der Vorwärtsflug durch einfache technische Einrichtungen, die jedem Flugtechniker wohl bekannt sind und die nun zu Tage tretende Wirkung der Apparatschwere ermöglicht.

Das Problem selbst existirt also als solches nicht mehr, denn seine Bewältigung ist nur von der Befriedigung einer einzigen im Bereiche der Möglichkeit gelegenen principiellen Bedingung abhängig gemacht.

Wenn trotz der Einfachheit der Lösungsart, diese selbst noch nicht praktisch durchgeführt wurde, so ist die Ursache davon nicht, wie fast allgemein angenommen wird, in den dabei zu bewältigenden technischen Schwierigkeiten zu suchen, sondern ganz gewiss nur in der Wahl von unrichtigen und unzulänglichen Mitteln.

Die Techniker, welche mit Eifer und Fleiss bemüht sind, die Unterbringung der erforderlichen Aufsteigekraft in den zum Fluge zu bringenden Apparat herbeizuführen, sind theilweise noch der Meinung, es sei dies in verschiedener Weise möglich zu machen, vorzüglich aber halten sie es für denkbar, dass eine aviatische Maschine erfunden werden könne, welche die Hebungsarbeit sicher und vollständig vollführt.

An der Erfindung dieser aviatischen Maschine wird seit Jahrhunderten gearbeitet, die besten Kräfte haben sich an ihr verzehrt, viele haben ihr Leben dabei geopfert und der Erfolg, welcher bisher erzielt wurde, ist nach wie vor Null geblieben!

Dieses traurige Ergebniss so ernster Bestrebungen lässt ahnen, dass die geplante aviatische Maschine überhaupt eine Unmöglichkeit ist nnd dass das Suchen nach derselben endlich aufgegeben werden sollte.

Die Unmöglichkeit der Herstellung einer aviatischen Maschine wurde schon oft und standhaltig nachgewiesen und zwar gerade von Männern, welche die Wissenschaft als Autoritäten anerkannt und trotzdem sind die aëronautischen Zeitschriften und flugtechnischen Werke immer mit Anträgen gefüllt, welche abermals die aviatische Maschine als Endziel aller flugtechnischen Bestrebungen hinstellen wollen.

Leider bleibt es nur bei Worten; Thaten, welche diese Rodomontade zu rechtfertigen vermöchten, fehlen gänzlich.

Der Hauptgrund, welcher gegen die Möglichkeit der Erfindung einer aviatischen Maschine am deutlichsten spricht und noch niemals Widerlegung gefunden hat, ist bekanntlich der, dass die Verschiedenheit des specifischen Gewichtes der Baumaterialien, welche die Flugthiere verwenden und die Menschen verwenden müssen, so gross zum Nachtheil der letzteren ist, dass die Menschen in jedem Falle ein viel grösseres absolutes Gewicht, bei gleichem Volumen, in die Luft zu heben haben, was also an und für sich einen im Verhältniss der specifischen Gewichte grösseren Kraftaufwand bedingt, dessen maschinelle Erzeugung noch niemals gelungen ist. Verstärkt wird dieses Gegenargument noch dadurch, dass die Vögel nur ihre eigene Last, dagegen diejenigen, welche fliegen wollen, gezwungen sind, die Apparatkraft so gross zu bemessen, dass sie ausreicht, die Apparatschwere und die in allen Fällen diese weit überwiegende Last zu überwinden.

Dieses Argument, so kräftig es auch auf die Vernunft einwirkt, um die Erfinder abzuhalten aviatische Maschinen zu erfinden, ist doch nicht stark genug, um dieses dem Grössenwahn entspringende Bestreben ganz zu unterdrücken, denn die Menschen streben ja enentwegt dahin, die Natur in ihren Leistungen zu übertrumpfen und kein Misserfolg ist für sie belehrend genug, endlich einzugestehen, dass sie ihre anstrengende Arbeit fort und fort einer Lösungsart zuwenden, die nimmermehr zum Ziele zu führen vermag. Und doch ist es im Interesse des Fortschrittes gelegen, Unmöglichkeiten aus dem Wege zu gehen und dafür wichtigere, mit mehr Wahrscheinlichkeit zum Ziele führende Pfade einzuschlagen.

Es ist daher geboten, die Unmöglichkeit des Fluges mit aviatischen Maschinen ohne die Unterstützung von Zusatzkräften noch kräftiger als es bisher geschehen ist, immer und immer wieder zu betonen und durch neue Gründe diese Behauptung zu erweisen. —

Selbst wenn die Hoffnungen der Aviatiker alle in Erfüllung zu bringen sind und es denselben endlich doch gelingen würde, eine Maschine zu erfinden, welche bei einem Eigengewicht von 30 kg per Pferdekraft (sammt Hebeeinrichtung), ein Gewicht von 37 kg in die Luft zu heben vermag — heute ist man von diesem Ergebniss noch sehr weit entfernt —, so wäre dies doch ganz ungenügend, um einen brauchbaren Flugapparat fertig zu stellen, wenn auch nur ein Mensch mit demselben fliegen sollte, denn derselbe würde mindestens folgendes Eigengewicht besitzen:

Ein Mann mit Utensilien	90	kg
Eigengewicht der Maschine	?	„
Materialienvorräthe	30	„
Segelfläche angenommen 100 m²	200	„
Gewicht ohne Maschine	320	kg

Eine Pferdekraft liefert einen Auftrieb von 7 kg über das Maschinengewicht, es wäre demnach zur Hebung der Last notwendig: $\frac{320}{7} = 46$ HP, was ein Maschinengewicht von 1380 kg repräsentirt.

Es ergäbe sich somit ein Apparatgewicht von 1700 kg und ein Maschinenkrafterforderniss von 46 HP für das blosse Schwebehalten des mit einem Menschen belasteten Apparates.

Um mit einer gewissen Geschwindigkeit aufsteigen zu können, müsste aber die Zahl der Pferdekräfte natürlich noch angemessen vermehrt werden.

Man kommt also, wenn man der Sache genau nachgeht, zu Ziffern, welche die Ausführungsmöglichkeit vollstängig negiren.

Aber selbst der Sanguiniker, welcher diese voraussetzt, wird erzittern, wenn er sich mit einen solchen unhandsamen Apparat, dessen Lenkung ihm allein obliegt, in die Luft versetzt und an die Folgen denkt, welchen nun ein Fehlgriff, ein Windstoss mit sich bringen kann!

Zudem ist in obiger Rechnung die Segelfläche nur mit 100 m² für ein Fallgewicht von 1700 kg angenommen. Es entfallen daher auf 1 m² Segelfläche 17 kg Gewicht, was eine Aufstossgeschwindigkeit beim Landen von ungefähr 10 m pr. Secunde ergiebt, die kaum mit dem Bestande des Apparates verträglich ist. Man müsste daher nothwendig die Segelflächen vergrössern, was wieder eine Gewichts- und Kraftvermehrung bedingt u. s. w.

Oder glauben die Herren Aviatiker, es wäre möglich ohne Segelfläche zu fliegen und diese einzige Sicherheitsvorkehrung gegen denkbare Katastrophen zu beseitigen??

Jeder Techniker muss, wenn er sich nicht selbst täuschen will, zugeben, dass die Construction eines Apparates, welcher lediglich durch eine Maschine gehoben und vorwärts bewegt werden soll, zu den Dingen gehört, die man wohl träumen, aber nicht ausführen kann, daher solche Bestrebungen, weil sie resultatlos verlaufen müssen, aufzugeben wären.

Es zeigt sich deutlich, dass die Lösung des Flugproblems nur dann zu erreichen ist, wenn man die ungenügende Kraft der Maschine durch Hülfskräfte zu ergänzen verstehen lernt, was, wenn auch schwierig, doch im Bereiche der Möglichkeit gelegen ist. Man darf eben den Ballon nicht ganz verwerfen, sondern man hat denselben als Entlastungsmittel mitzubenutzen; ausserdem bleiben noch die Accumulatoren zur Verwendung übrig und diese werden ganz gewiss sehr gute Dienste zu leisten vermögen, wenn sie auch nur die Aufsteigarbeit während weniger Secunden zu verrichten sich fähig erweisen.

Man muss den Glauben, das Flugproblem sei in verschiedener Art zu lösen, völlig aufgeben; es giebt nur eine Lösungsart und die besteht darin, dass man nicht nur die besten Maschinen, sondern auch den Auftrieb des Gases, die Schwere, und die Accumulatoren, jede dieser Kräfte am richtigen Orte, zur Flugarbeit verwendet — dann allein ist ein durchschlagender Erfolg gewiss zu erhoffen.

Wien, den 14. Februar 1897. A. Platte.

Lenkbarer Luftballon oder Flugmaschine? Die Streitfrage, ob der Luftballon oder die rein dynamische Flugmaschine zur Lösung des Flugproblems berufen sei, ist meines Erachtens dahin zu erledigen, dass beide Systeme zur vollen Lösung des Problems gehören und dass, während die motorlose Flugmaschine für den Einzelflug bestimmt ist, der mit Motor betriebene Ballon der Beförderung mehrerer Personen und von Lasten vorbehalten bleibt.

Ich möchte nun in Folgendem auf ein neues, wirksames Mittel zur Lenkbarmachung des Luftballons, d. h. zur besseren Erzielung grösserer Fahrgeschwindigkeit, bezw. Ueberwindung des Windes, des Translationswiderstandes, aufmerksam machen.

Bekanntlich spielt hierbei der sogen. Reductionscoefficient, der bei günstigster Form des Ballons bis zu etwa $^1/_6$ betragen kann, die grösste Rolle, und wenn es gelingt, diesen Coefficienten, mit anderen Worten: den Stirnwiderstand, noch erheblich zu reduciren, so ist das Problem als gelöst zu betrachten.

Durch geschicktere Formgebung diesen Coefficienten noch mehr zu reduciren, erscheint ausgeschlossen; denn wollte man dem Ballon eine noch länglichere, zugespitztere Gestalt geben, so würde der Seitenwiderstand wieder zunehmen und ausserdem würden constructiv-technische Schwierigkeiten der Ausführung entgegenstehen. Es giebt indess noch ein zweites Mittel zur Reduction dieses Coefficienten,

welches sehr viel günstigere Aussichten für die Ausbildung des Ballons nach dieser Richtung hin bietet und den Schlüssel zur Lösung des Problems enthält. Dieses Mittel besteht darin, dass man durch geeignete Construction den Propeller, welcher durch die Reaction der nach rückwärts geschleuderten Luft den Ballon vorwärts treibt, die Luft so viel wie irgend möglich da zu entnehmen zwingt, wo sie das Hinderniss ist, im Wege steht, also vorne, vor der Stirnfläche des Ballons! Die bisherigen Systeme lenkbarer Ballons entsprechen diesen Bedingungen entweder gar nicht, oder nur sehr unvollkommen. Hier muss der Hebel angesetzt werden, hier ist noch ein weites Feld für Erfindungen, Verbesserungen des lenkbaren Ballons.

Ich habe bereits früher in dieser Zeitschrift darauf hingewiesen, dass beim Ruderfluge des Vogels der Stirnwiderstand dadurch erheblich vermindert wird, dass die Flügel, — indem sie nach abwärts rückwärts schlagen, wobei sie den Vogel tragen und treiben, — die Luft, welche von allen Seiten über und vor denselben nachströmt, vornehmlich auch von vorne, vor der Stirnseite des Vogels wegsaugen, so dass Verdünnung anstatt Verdichtung der Luft vor dem Kopfe des Vogels entsteht; der Flügelschlag vermindert also zugleich den Reductions-Coefficienten, den Stirn- oder Translations-Widerstand des Vogels. Dieses Princip, welches die Flugtheorie bisher ausser Acht gelassen hat, muss auch für den lenkbaren Ballon zu Nutze gemacht werden.

Die einfachste, vollkommenste und wohl auch zweckmässigste Ausführungsform dieses Princips wäre die eines Ballons mit in seiner Längsachse centralem Hohlraum, durch welchen die vorne abgesaugte Luft hindurch hinten am Ballon austreten würde. Der Propeller könnte vorne, hinten oder in der Mitte des Ballons, in dem centralen Hohlraum, angeordnet werden; in letzterem Falle könnte man einen Centrifugal-Propeller anwenden, der den Vortheil des geringen Gewichts bei grosser Leistungsfähigkeit, mit hoher Umdrehzahl der Centrifugalflügel, besitzt.

Während also die bisherigen Ballons vorn verdichtete und hinten verdünnte Luft aufweisen, ist es eben bei dem geschilderten Prinzip gerade umgekehrt und der enorme Nutzeffect, der erhebliche Vortheil, liegt auf der Hand. Es kommt aber noch der weitere Vortheil hinzu, dass der Propeller durch Anwendung der Schraube innerhalb eines cylindrischen Mantels oder auch des Centrifugalpropellers, einen grösseren Nutzeffect hat, als die in freier Luft arbeitenden Schraubenpropeller, bei welchen eine Circulation der Luft um deren Peripherie herum den Nutzeffect bekanntlich erheblich beeinträchtigt!

Hiernach lässt sich auch der Nutzeffect, die Tragkraft der Verticalschrauben zum dynamischen Fluge steigern, wenn man deren Peripherie mit einer Ringfläche umgiebt, die jede Circulation der Luft möglichst verhütet; diesbezügliche Versuche wären sicherlich sehr interessant.

Wie schon erwähnt, tritt dieses Princip des Vorne-Absaugens und Hinten-Aussschleuderns in gewissem geringerem Grade schon bei den bisherigen lenkbaren Ballons, z. B. La France von Renard und Krebs auf, und einzig und allein hierin liegt die Erklärung dafür, dass der thatsächlich aufgetretene Translationswiderstand dieser Ballons, die zu seiner Fortbewegung benöthigte Arbeitsleistung, so enorm geringer war, als die Berechnung nach dem Luftwiderstandsgesetze ergiebt, worauf kürzlich Graf v. Zeppelin im Juli-Heft a. cr. d. Z. hingewiesen hatte, ohne eine Erklärung für diese Erscheinung zu finden, denn in so eminentem Grade kann der Luftwiderstand grösserer Flächen nicht relativ grösser sein. Das Luftwiderstandsgesetz setzt voraus, dass die Luftmasse an sich in Ruhe ist, nicht aber ist berücksichtigt, dass sie aufgewühlt ist, wie dies beim Luftballon mit Propeller der Fall ist. In der

Praxis sah es, wie gewöhnlich, so auch beim Ballon La France eben anders aus, als in der Theorie und zwar beträchtlich günstiger.

Kein Geringerer, als der bekannte Prof. Zeuner-Dresden hat das beschriebene Princip für Dampfschiffe in Vorschlag gebracht, theoretisch ausführlich behandelt, dessen Vortheile nachgewiesen (Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1891) und es sind darnach Dampfschiffe gebaut worden, welche auf der Elbe bei Dresden laufen oder liefen und in der That die Theorie Zeuner's, den grösseren Nutzeffect gegenüber den bisherigen Schraubenpropellern, bestätigt haben. Der Vortheil ist zwar bei Wasserschiffen ein nicht so erheblicher, da dieselben bisher schon mit sehr günstigem Effect arbeiten, allein es ist klar ersichtlich, dass bei Luftschiffen sich ein gewaltiger Vortheil herausstellen muss.

Das Problem des „lenkbaren Ballons" erscheint hiernach auf sehr einfache Weise lösbar.

Kreiss.

Die gleichzeitigen wissenschaftlichen Ballonfahrten vom 14. November 1896.

Von **Richard Assmann.**

(Fortsetzung.)

II.

An der Hand der im Februar-Hefte auf S. 44 bis 49 wiedergegebenen tabellarischen Auswerthungen der von den Registrirapparaten gelieferten Curven wollen wir nun in eine nähere Besprechung der Aufzeichnungen eintreten, wobei uns sorgfältig ausgeführte Reproductionen der Original-Registrirungen zur Verknüpfung der Einzelwerthe der Tabellen dienen sollen.

Vorweg seien folgende allgemeine Gesichtspunkte erörtert.

Bei selbstregistrirenden Apparaten, welche durch directe Ablesungen nicht controllirt werden, sind mehrfache Fehlerquellen nicht zu vermeiden. Abgesehen von den jedem Instrumente, auch den nichtregistrirenden, anheftenden principiellen Fehlern, unter denen die „Trägheit" an erster Stelle zu nennen ist[1], kommen bei Registrir-Apparaten, welche nicht auf photographischem Wege ihre Aufzeichnungen liefern, die durch die Reibung der Schreibfeder oder des Schreibstiftes auf dem Papier hervorgerufenen Abweichungen der einzelnen Curvenpunkte von denjenigen Punkten des Diagramms in Betracht, welche dem gleichzeitigen Zustande des Registrirkörpers, z. B. der Aneroiddosen oder des Bourdon-Rohres am Barographen, des thermometrischen Gefässes am Thermographen u. s. w., thatsächlich entsprechen. Bei der für sämmtliche Registrir-Apparate der „Ballons sonde" am 14. November 1896 angewandten Methode der „Russschreibung" ist nun allerdings die Reibung der Stifte auf der Schreibfläche sicherlich eine sehr geringe; aber sie kann naturgemäss nicht völlig vermieden werden, wenn man sich nicht der Gefahr aussetzen will, dass in Folge von unvermeidlichen Stellungsänderungen der Schreibstift die Russfläche überhaupt nicht berührt. Man wird also immerhin eine directe Reibung an der Papier-

[1]) Ueber die Trägheit der Thermometer ist vor Kurzem eine sehr lehrreiche und sorgfältige Arbeit von Dr. J. Hartmann in der Meteorologischen Zeitschrift 1897 p. 45 unter dem Titel: „Ueber einen Satz der Thermometrie" erschienen, auf welche hier verwiesen sei.

unterlage nicht umgehen können: eine Verwendung von polirtem Metallpapier als Unterlage der Russschicht bedingt aber manche andere Unbequemlichkeiten bei der Fixirung und Auswerthung der Curven. Wichtiger aber ist noch die aus dem Gange des Uhrwerkes, welches die Registrir-Trommel zu bewegen hat, hervorgehende Unsicherheit, zumal wenn erhebliche Temperaturveränderungen in Frage kommen. Dem bekannten Einfluss, welchen die Consistenz des Oeles auf den Gang einer Uhr ausübt, begegnet man bei unseren Apparaten dadurch, dass man die Werke vollständig „trocken", d. h. ohne alles Oel laufen lässt; die Aenderungen der Zapfenreibung und der Zahneingriffe aber, welche bei starken Temperaturschwankungen unvermeidlich sind, kann man keinesfalls beseitigen; auch würde man kaum im Stande sein, durch Experimente in der „Kältekammer" deren Einfluss sicher festzustellen. Hinzu kommt noch die ebenfalls unvermeidliche Unsicherheit, welche aus dem Vorhandensein der sogenannten „Zahnluft" in den Uhrwerken hervorgeht; selbst bei verhältnissmässig schnellaufenden Registrirtrommeln, welche, wie die unsrigen, in einer Stunde eine Papierfläche von 31 mm Länge am Schreibstift vorüberführen, wird eine „Zahnluft" von einem Millimeter Ausschlag der Trommel noch eine Unl sicherheit der Zeit von fast 2 Minuten hervorrufen. Wie gross aber der Unterschied der zugehörigen Werthe im Zeit-Intervalle von 2 Minuten sein kann, lehrt uns z. B. die auf p. 44 gegebene Tabelle des Ballons „Strassburg", wo um 3^h 5^m eine Höhe von 4150 m mit -12^0 Temperatur, 2 Minuten später aber 4620 m und -20^0 registrirt wurden! Will man daher, was doch unbedingt als die vornehmste Aufgabe der Auffahrten von Registrirballons zu gelten hat, Höhen und Temperaturen in einen causalen Zusammenhang bringen, so wird man dies nur dann können, wenn dasselbe Uhrwerk beiden Registrirungen gemeinsam ist, so dass Störungen im Gange desselben beide in gleichem Sinne und Ausmasse treffen.

Ersieht man aus diesen Ueberlegungen schon die Schwierigkeiten, welche sich der strengeren Ermittelung der Zeiten registrirter Phänomene entgegenstellen, so wird man leicht ermessen können, wie sich dieselben häufen, sobald es sich um die Identificirung mehrerer gleichzeitiger Curvenpunkte verschiedener Apparate handelt. Am geringsten werden dieselben noch dann sein, wenn mehrere mit selbständigen Uhrwerken versehene Apparate streng gleichzeitig mit demselben Ballon aufsteigen, denn dann ist wenigstens der Anfangs- und der Endpunkt aller Curven unschwer festzustellen, falls nicht, was nicht selten vorkommt, in Folge der hierbei unvermeidlichen Erschütterungen Verwischungen derselben vorkommen. Man sollte deshalb principiell Vorkehrungen treffen, welche in unzweifelhafter Weise wenigstens den Moment des Ballon-Aufstieges oder einen genau festgestellten Zeitpunkt kurz vor demselben auf dem Registrirpapiere fixiren; die vorliegenden, und mehr noch die nächstfolgenden Registrirungen vom 18. Februar 1897 zeigen, wie wir noch sehen werden, die Schwierigkeiten

in dieser Beziehung! Handelt es sich aber, wie in unserem Falle, um die Ermittelung simultaner Curvenpunkte der Registrirungen von Apparaten, welche an verschiedenen Orten aufsteigen, so kommen noch alle die Unsicherheiten in Frage, welche aus an sich geringfügigen Differenzen der Zeitangaben entstehen. Wie gross aber deren Einfluss auf die strengere Vergleichbarkeit simultaner Werthe werden kann, ersieht man leicht daraus, dass bei einem mit einer Geschwindigkeit von 8 – 9 m in der Secunde aufsteigenden Ballon eine Zeitdifferenz von nur einer Minute einen Höhenunterschied von gegen 500 m und gelegentlich einen Temperaturunterschied von 5° ausmachen kann!

Für die Ausrechnung aller derartigen Registrirungen kommt aber noch die besondere Schwierigkeit in Betracht, dass in Folge der nicht unbeträchtlichen Breite der Curven eine strenge Identificirung der Durchschnittspunkte derselben mit den Zeit-Ordinaten kaum ausgeführt werden kann. Man wird deshalb. was wir besonders betonen, bei allen hierauf bezüglichen Angaben nicht vergessen dürfen, dass die ermittelten Werthe keineswegs als streng correcte, sondern nur als die der Wirklichkeit innerhalb nicht zu enger Grenzen nahe kommenden anzusehen sind; bei schnellen Höhenänderungen des Ballons werden natürlich diese Unsicherheiten den höchsten Betrag erreichen.

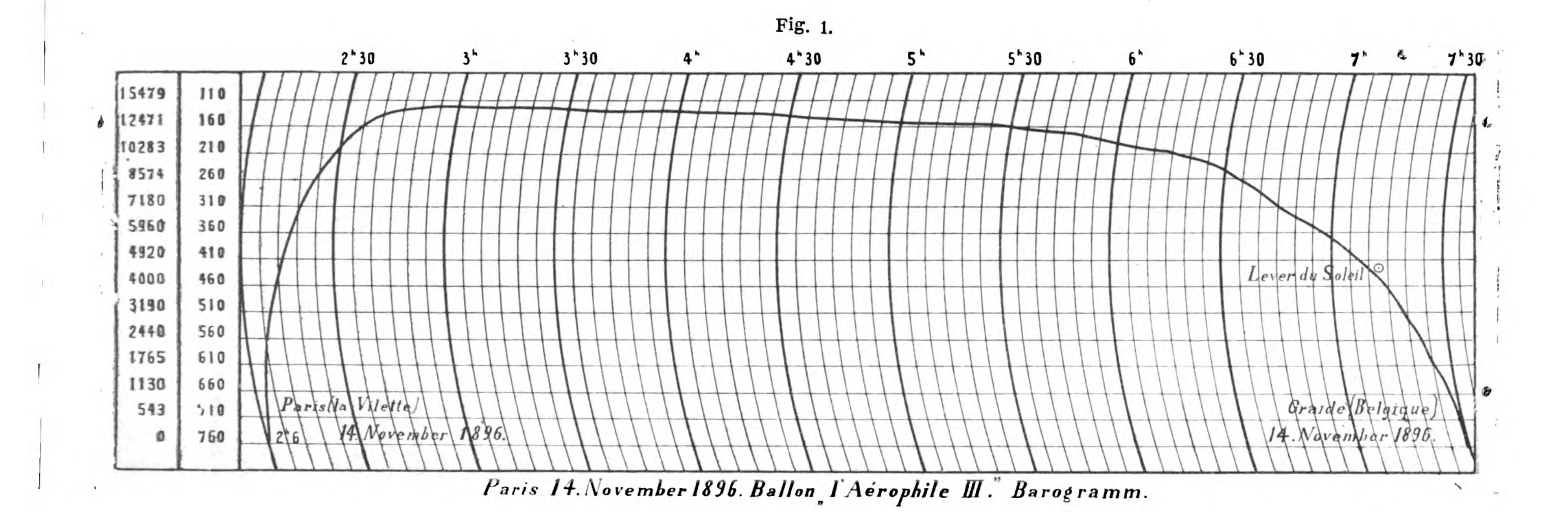
So dürfen wir uns nicht verhehlen, dass die strenge Vergleichbarkeit der Registrirungen bei unseren internationalen Ballonfahrten eine verhältnissmässig unsichere und man deshalb gezwungen ist, von Detail-Untersuchungen abzusehen. Es mag ausdrücklich an dieser Stelle hervorgehoben werden, dass die nachfolgenden Zusammenstellungen diesem Gesichtspunkte überall Rechnung zu tragen haben.

Unterwerfen wir nun zunächst die Registrirungen des Ballons „l'Aérophile III“ einer näheren Discussion.

Die Curve des Barographen[1]) (Fig. 1) geht vom Normaldrucke von 760 mm aus; da die mittlere Meereshöhe von Paris etwa 40 m ist und der zur Zeit des Aufstieges dort herrschende Barometerstand im Meeresniveau 761 mm, unreducirt also etwa 757 mm betrug, muss man annehmen, dass die Barographencurve absichtlich um etwa 3 mm nach oben verschoben worden ist. Die in der ersten Spalte befindlichen Zahlen geben die unreducirten Höhen in Metern an, entsprechend dem französischen Original, während in der Tabelle 1a) auf S. 44 die wahren Höhen unter Berücksichtigung der Lufttemperatur zu finden sind. Dass der Unterschied zwischen diesen beiden Angaben in Folge der tiefen Temperaturen der grossen Höhen ein sehr beträchtlicher ist, geht daraus hervor, dass die unreducirte Maximalhöhe des „l'Aérophile III“ rund 15000 m, die wahre aber nur

[1]) Durch ein Versehen des Zeichners ist die erste Zeit-Ordinate stark ausgezogen worden, sodass es den Anschein erweckt, als entspräche sie der Zeit $2^h\,0$; dieselbe gilt für die Zeit $2^h\,5^m$.

Fig. 1.



Paris 14. November 1896. Ballon „l'Aérophile III." Barogramm.

13730 m, also um 1270 m weniger beträgt. Den folgenden Erörterungen werden natürlich nur die wahren Höhen zu Grunde gelegt werden.

Der Aufstieg des Ballons war ein sehr schneller: die Höhe von 5000 m wird in $10^1/_2$ Minuten, entsprechend einer mittleren Geschwindigkeit von 8 m p. sec., die Höhe von 10000 m in ferneren $12^1/_2$ Minuten, entsprechend 6,7 m p. sec. erreicht; danach verlangsamt sich seine Aufstiegsgeschwindigkeit mehr und mehr, sodass er erst nach ferneren 21 Minuten seine grösste Höhe von 13730 m erreicht. Nun hält er sich volle 40 Minuten lang in einer Höhe von mehr als 13000 m, sinkt dann in 1 Stunde und 17 Minuten bis 12000 m, in ferneren $50^1/_2$ Minuten bis auf 11000 m, erheblich schneller, d. h. in 20 Minuten auf 10000 m, in derselben Zeit auf 9000 m, weiter in beschleunigtem Abstieg in 11 Minuten auf 8000 m, in 10 Minuten auf 7000 m, in 9 Minuten auf 6000 m, in 8 Minuten auf 5000 m, in 7 Minuten auf 4000 m, in 6 Minuten auf 3000 m, in 5 Minuten auf 2000 m und in je 4 Minuten auf 1000 m und bis zur Erdoberfläche herab. Die Geschwindigkeit des Abstieges betrug demnach im letzten Theile der Bahn 8,3 m p. sec. Dieser schnelle Abstieg muss insofern auffallen, als der Ballon, obwohl er bis zu einem Luftdrucke von rund 120 mm, entsprechend etwa einem Sechstel von 760 mm aufgestiegen war, doch nicht „gasleer“ am Erdboden hätte ankommen können, wenn er nicht etwa einen Riss bekommen hätte. Da für diese Vermuthung aber kein Grund vorliegt, muss man annehmen, dass andere Ursachen diesen schnellen Absturz veranlasst haben, als welche man vielleicht eine Belastung durch Niederschläge vermuthen könnte. Da der Ballon beim Sonnenaufgang im schnellen Fallen begriffen war, konnte auch eine Einwirkung der Sonnenstrahlen keine nennenswerthe Erwärmung des Gases und so auch keine Verzögerung des Fallens bewirken. Es lässt sich auch natürlich nicht nachweisen, ob der Ballon sich zu dieser Zeit etwa schon in den Wolken befunden hat, oder nicht.

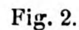
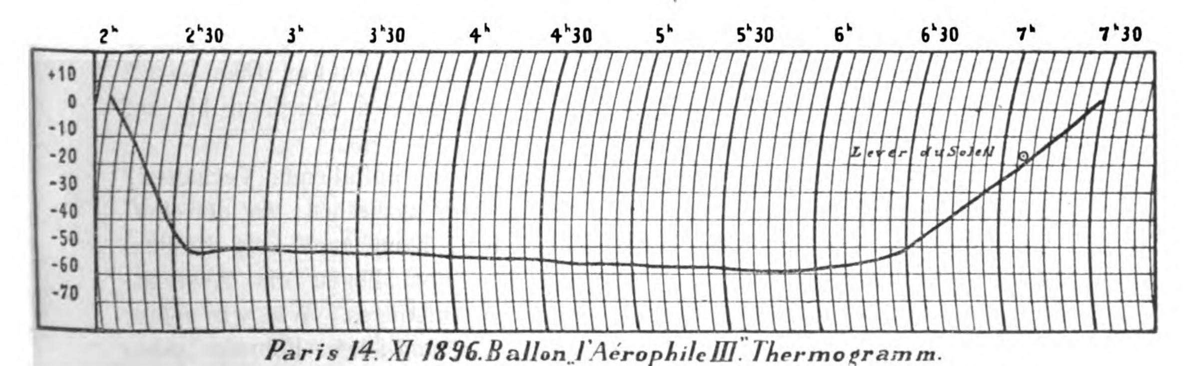


Fig. 2.



Paris 14. XI 1896. Ballon „l'Aérophile III." Thermogramm.

Das Thermogramm des „l'Aérophile III“, welches wir in Fig. 2 wiedergeben, zeigt folgende Eigenthümlichkeiten. Die Temperatur sinkt von + 5°

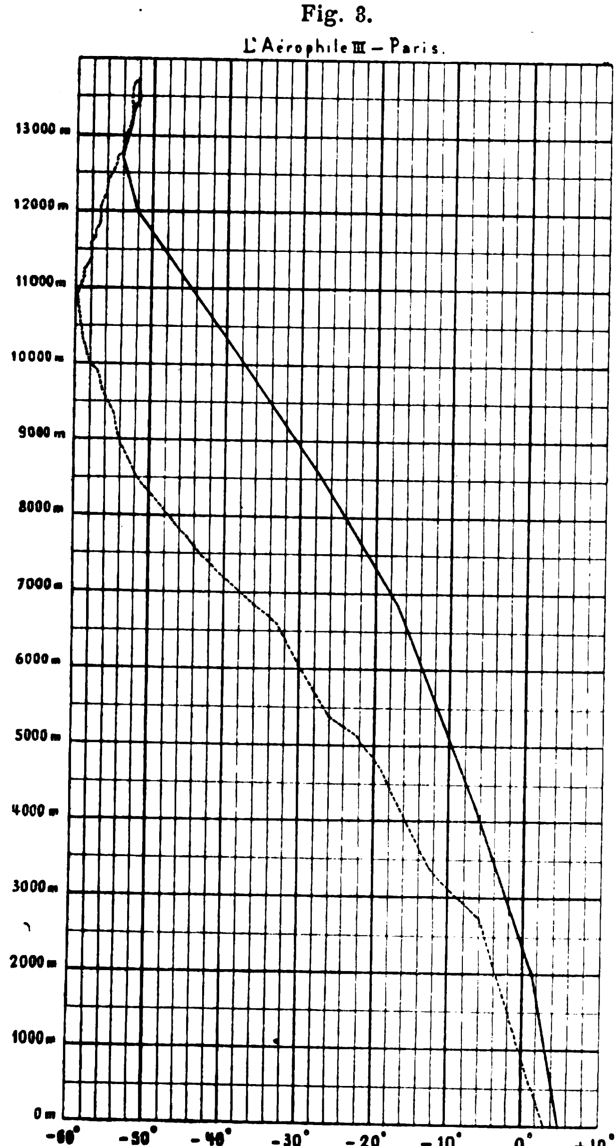
beim Aufsteigen des Ballons im Allgemeinen mit grosser Schnelligkeit, abgesehen von den untersten Schichten, d. h. bis zu etwa 2000 m Höhe, wo dies verhältnissmässig langsam, d. h. um nur 4°, stattfindet; in den beiden nächsten 2000 m Höhe dagegen je um 8°, zwischen 7 und 9000 m, sowie von 9—11000 m Höhe um je 12°, von 11—13000 m gar um 13°; hier wird in 127000 m Höhe ein erstes Minimum der Temperatur mit — 54° erreicht. Nun aber nimmt mit langsam höher steigendem Ballon auch die Temperatur um 2° zu und erreicht bei der grössten Höhe von 13730 m ein Maximum von — 52°. Mit langsam fallendem Ballon sinkt nun ferner auch die Temperatur ganz allmählich, erreieht in derselben Höhe wie bei dem Aufstiege, d. h. 12700 m, denselben Werth von — 54°, bei weiterem Fallen um 1000 m aber, d. h. in 11700 m Höhe, — 57,5° und in 10900 m den niedrigsten Stand von — 59,8°. Beim Abstiege nimmt dieselbe zunächst äusserst langsam, dann immer schneller zu: in den ersten 1000 m z. B. nur um 2,8°, in den nächsten 1000 m um 4°, ferner um 6°, um 8°, ja zwischen 6 und 7000 m Höhe um 10°; in den tieferen Lagen wird die Zunahme wieder geringer, in den untersten Schichten aber ähnlich, wie bei dem Aufstiege, sehr unbedeutend.

Man überblickt diese Eigenthümlichkeiten der verticalen Temperaturänderung am besten in derjenigen neuerdings vielfach angewandten Form der Darstellung, bei welcher die Höhen als Ordinaten und die Temperaturen als Abscissen erscheinen. In Fig. 3 (S. 93), bei welcher die Aufstieg-Temperaturen ausgezogen, die des Abstieges aber punktirt wiedergegeben sind, sehen wir die schon erwähnte zuerst ganz langsame, dann mit zunehmender Höhe immer schneller werdende Temperatur-Abnahme bei dem Aufstiege, darauf die höchst sonderbare kurze Erwärmung bei steigendem und das darauf folgende langsame Sinken der Temperatur bei fallendem Ballon, sodass in derselben Höhe von 10900 m, welche beim Aufstiege — 44° aufwies, beim Abstiege fast — 60° gefunden wurde. Diese grosse Differenz zwischen den Auf- und Abstieg-Werthen nimmt nun noch weiter zu: sie beträgt in 9000 m Höhe 24° (— 54° und — 30°), ebenso in 8000 m Höhe (— 48° und — 24°), wird dann allmählich von 7000 m Höhe an geringer (— 38° und — 18°), in 6000 m — 30° und — 14°, in 5000 m Höhe — 22° und 10°, in 4000 m — 16° und 6°, um in den unteren Schichten bis auf wenige Grad zu verschwinden.

Welches ist nun der Grund für dieses höchst auffallende Verhalten? Es geht wohl kaum an, dasselbe für thatsächlich anzusehen; da der Aufstieg während der Nachtzeit stattgefunden hat, kann auch kein Einfluss der Sonnenstrahlung in Frage kommen; ausserdem liegen die Abstiegs-Temperaturen ausschliesslich unter denen des Aufstieges. Wie wir später bei der zusammenfassenden Darstellung der sämmtlichen Fahrten sehen werden, ist auch kein Grund vorhanden zu der Annahme, dass zwischen Paris und Belgien ein so beträchtlicher Abfall der Isothermflächen in grossen Höhen vorhanden gewesen sein könnte, dass man in einer um 2000 m tiefer

liegenden Schicht eine um 8° niedrigere Temperatur als wahrscheinlich gelten lassen dürfte.

Fig. 8.



Es scheint nahe zu liegen, die ungenügende Empfindlichkeit des Thermographen-Gefässes, dessen „Trägheit", für diese Registrirung verantwortlich zu machen, und ohne Zweifel darf man annehmen, dass, wie die oben schon citirte Abhandlung von Hartmann nachweist, eine nicht unbeträchtliche Verspätung der Angaben des Apparates hinter den wirklichen Temperatur - Werthen stattfinden muss. Hartmann giebt hierfür folgende Beträge an: ein Richard'scher Thermograph mit Bourdon-schen Manometerrohr gebraucht bei bewegter Luft 11,5 Minuten, um bei einer plötzlichen Temperatur-Aenderung von 10° die neue Temperatur bis auf 0,1° richtig anzuzeigen, 2,5 Minuten aber, um dasselbe bei einer stündlichen Temperaturänderung von 1° zu erreichen; bei ruhiger Luft aber steigt der erste Werth auf 36, der letzte auf 7,8 Minuten. Würden diese Ermittelungen in aller Strenge für derartige Apparate auch bei Ballonfahrten Geltung besitzen, so wären wir gezwungen, bei dem Auf- und Abstiege des Ballons, wo eine verhältnissmässig starke Luftbewegung, wie wir gesehen haben von 6—8 m p. sec., stattfindet, und man auch schnelle Temperaturänderungen um 10° erwarten muss, alle registrirten Werthe um 11½ Minuten, d. h. um etwa 5000 m tiefer oder höher zurückzuverlegen. So würde

beispielsweise die nach Tabelle 1 a) (p. 44) um 2^h 35^m in 12000 m Höhe registrirte Temperatur von — 52° schon um 2^h $23^1/_2{}^m$ und in einer Höhe von 7800 m geherrscht haben, was aus nicht weiter zu erörternden Gründen äusserst unwahrscheinlich ist. Nunmehr müsste aber die Temperatur, welche in 7800 m schon — 52° betragen hatte, beim Aufsteigen bis zur Maximalhöhe des Ballons, 13730 m, noch entsprechend weiter sinken, also, einem Höhenunterschiede von 6000 m entsprechend, um etwa 30°, sodass eine Minimaltemperatur von etwa — 82° hätte erreicht werden müssen. Nachdem nun aber der Ballon seine Gleichgewichtslage erreicht und damit die Luftbewegung relativ zum Thermographen völlig aufgehört hat, müssten die Verhältnisse der ruhigen Luft, d. h. eine Verspätung von 36 Minuten eintreten, wenn die Temperaturänderungen ferner in so kurzer Zeit und in so grossem Betrage fortdauern würden. Da dies aber keineswegs der Fall ist, vielmehr jetzt nur ganz geringfügige Aenderungen zu erwarten sind, so könnten nur die für eine Schwankung von 1° pro Stunde gegebenen Werthe, d. h. eine Verspätung um 7,8 Minuten in Betracht kommen. Wollte man aber annehmen, dass die bei dem Aufstieg vorhandene starke und plötzliche Temperaturänderung nach Aufhören der Luftbewegung erst ausgeglichen werden müsste, so hätte die der Maximalhöhe 13730 m entsprechende tiefste Temperatur, welche wir auf etwa — 82° veranschlagt haben, nach Hartmann im Verlaufe von 36 Minuten, also um 3^h 31^m erreicht werden müssen; um diese Zeit wurden aber statt dessen nur — 53,5° registrirt.

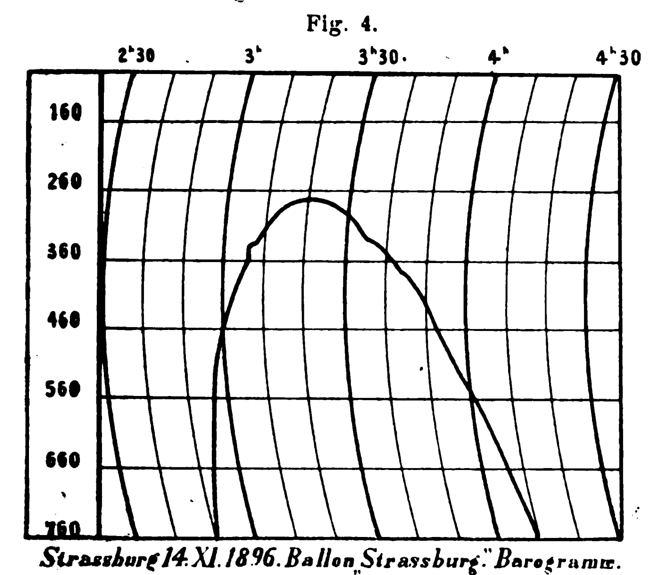
Es dürfte daher wohl keinem Zweifel unterliegen, dass die Hartmannschen Untersuchungen nicht ohne weiteres für die durchaus absonderlichen Verhältnisse bei Ballonfahrten angewendet werden können, sowie, dass es nicht die „Trägheit“ des Thermographen sein kann, welche den auffallenden Gang der Registrircurve in unserem Falle zu erklären geeignet ist. Hiermit soll natürlich nicht gesagt sein, dass überhaupt kein „Nachhinken“ der Registrirungen stattgefunden habe; vielmehr man muss man mit Sicherheit annehmen, dass beim Aufsteigen etwas zu hohe, beim Sinken aber etwas zu tiefe Werthe angegeben werden; das Verhalten der Curve während der Zeit der Gleichgewichtslage des Ballons lässt sich aber hierdurch nicht erklären. So lässt sich kein Grund erkennen für denjenigen Theil der Thermographencurve, welcher ein fast $3^1/_2$ Stunden anhaltendes Sinken der Temperatur bei fortgesetzt fallendem Ballon anzeigt. Es bleibt daher als einzige Möglichkeit nur die Annahme übrig, dass das Bourdon-Rohr bei den tiefsten Temperaturen nicht mehr functionirt hat[1]).

Die von dem Registrirballon „Strassburg“ während seiner nur 1 Stunde

[1]) Theoretisch lässt sich die Möglichkeit nicht abweisen, dass von seiten der gegen 65° wärmeren Erdoberfläche ein Strahlungseinfluss auf die Instrumente erfolgen kann, zumal bei der erheblichen Höhe des Ballons die ausstrahlende Fläche eine sehr beträchtliche Grösse hat. Der Betrag desselben könnte jedoch nur ein ziemlich kleiner sein und keinesfalls zur Erklärung des sonderbaren Temperaturganges ausreichen; ausserdem war über ganz Westeuropa der Himmel dauernd bedeckt.

und 16 Minuten dauernden Fahrt von Strassburg nach Lauf aufgezeichneten Curven weisen folgende Einzelheiten auf.

Fig. 4.



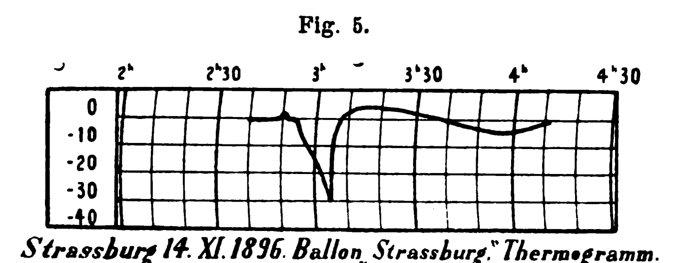
Strassburg 14. XI. 1896. Ballon „Strassburg." Barogramm.

Das Barogramm (Fig. 4), dessen Werthe auf das Meeresniveau reducirt sind, zeigt, dass der Aufstieg des Ballons gleichfalls mit beträchtlicher Geschwindigkeit erfolgt ist, welche von 5 m p. sec. in den ersten zwei Minuten bald auf 7—8 m p. sec. anwuchs und im Mittel bis zur Höhe von 6000 m 6 m p. sec. betrug; hiernach verlangsamte sich dieselbe allmählich, während sich der Ballon seiner Gleichgewichtslage näherte. Die in der Curve bei einem Drucke von 360 mm, entsprechend 5700 m Höhe, sichtbare Knickung wird weiter unten besprochen werden. Der Ballon blieb nur wenige Minuten auf seiner Maximalhöhe und sank zuerst langsam, später etwas schneller und zwar ziemlich gleichmässig mit 3—4, zuletzt mit 5 m p. sec. Geschwindigkeit innerhalb 48 Minuten zum Erdboden.

Unter Berücksichtigung des oben auf S. 41 angegebenen Gewichtes des Ballons, sowie unter der Annahme einer Lufttemperatur von — 55° in der entsprechenden Höhe hätte der Ballon eine Höhe von etwa 10800 m erreichen können, da die Sonnenstrahlung wegen der Nachtzeit keinen Einfluss auf die Gastemperatur ausüben konnte. Man darf aber wohl nicht vergessen, dass während der Nacht die Wärme-Ausstrahlung der Ballonhülle gegen den Weltenraum ebenfalls einen beträchtlichen Einfluss auf die Gastemperatur im entgegengesetzten Sinne bewirken muss. Der Gas wird in Folge dessen kälter als die umgebende Luft, die Tragkraft des Ballons also vermindert werden. Bei dem Fehlen von Messungen der Gastemperatur während Nachtauffahrten lässt sich aber dieser Betrag nicht bestimmen, doch dürfte derselbe immerhin nur wenige Kilogramm betragen. Man wird deshalb nicht umhin können, noch andere Vorgänge für die vorzeitige Erreichung der Gleichgewichtslage verantwortlich zu machen und solche könnte man in der Belastung des Ballons mit Wasser oder Eis bei dem Passiren einer Wolkendecke oder in der Condensation von Wasser in Gestalt von Reif auf der Ballonhülle selbst suchen. Letzteres würde durch ein Erkalten der Ballonhülle unter die Lufttemperatur sehr befördert werden.

Fig. 5.

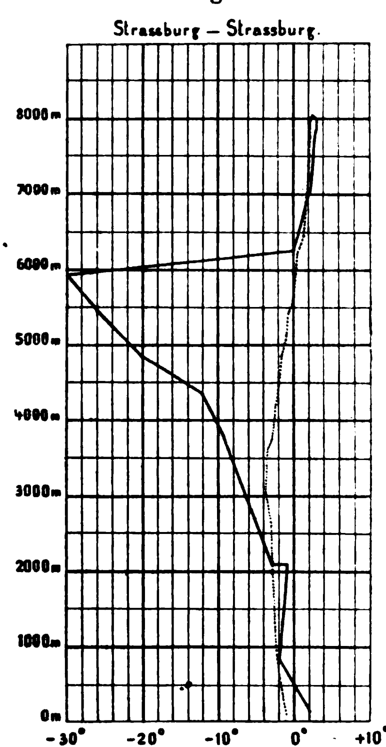




Strassburg 14. XI. 1896. Ballon „Strassburg." Thermogramm.

Das zugehörige Thermogramm (s. Fig. 5) zeigt zunächst, dass über Strassburg eine, wenn auch wenig bedeutende Temperatur-Umkehrung herrschte, auf welche ein ziemlich gleichmässiges und schnelles Sinken der Temperatur folgte; in 5710 m Höhe wurde — 30° erreicht. Hier aber trat eine empfindliche Störung der Thermographencurve ein, welche dadurch entstanden war, dass die Registrirung bei — 30° plötzlich abbrach und binnen sehr kurzer Zeit den Werth von 0°, später langsamer von + 3° erreichte. Darauf sank sie langsam bis zu — 3,8° und stieg gegen Ende der Fahrt wieder auf — 1,5° an.

Fig. 6.



Es kann wohl im Ernste nicht angenommen werden, dass dieser zweite Theil der Curve thatsächliche Verhältnisse ausdrückt: „natura non facit saltum" muss man auch hier sagen, denn auf die Temperatur von — 30° folgt fast unvermittelt eine solche von 0°. Vielmehr muss man annehmen, dass eine Störung des alkoholgefüllten Bourdon-Rohres des Thermographen in der Weise eingetreten ist, dass an Stelle weiterer langsamer Verringerung des Krümmungshalbmessers eine plötzliche Gestaltsveränderung desselben, und zwar eine solche, wie sie steigender Temperatur entspricht, eingetreten ist[1]). Die bei dieser Gestaltsveränderung eingetretene Erschütterung des Apparates dürfte auch die gleichzeitig erfolgte Knickung der Barographencurve hervorgerufen haben.

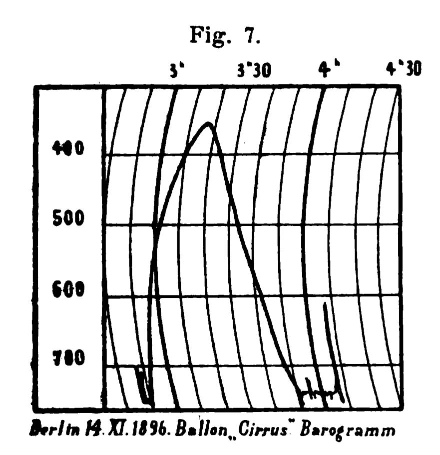
Fig. 6 zeigt, dass die Temperatur bis zur Höhe von etwa 800 m eine langsame Abnahme, nach derselben aber eine unbeträchtliche Zunahme bis zu 2000 m Höhe erfahren hat; sie sinkt dann bis zu 4400 m langsam, bis zu 6000 m

[1]) Der Mechaniker kennt diese Eigenthümlichkeit gekrümmter elastischer Bleche sehr wohl; er hat für dieselbe den sonderbaren Ausdruck: „Der Meister sitzt darin!"

sehr schnell. Der Höhenberechnung konnten natürlich die irrthümlichen Temperaturangaben der Curve nicht zu Grunde gelegt werden; in der Tabelle auf S. 44 sind deshalb die durch Extrapolation ermittelten „wahrscheinlichen Temperaturen" angegeben worden, welche zur Reduction verwandt wurden.

Wir kommen nun zur Erörterung des Aufstieges des Registrirballons Cirrus in Berlin.

Fig. 7.



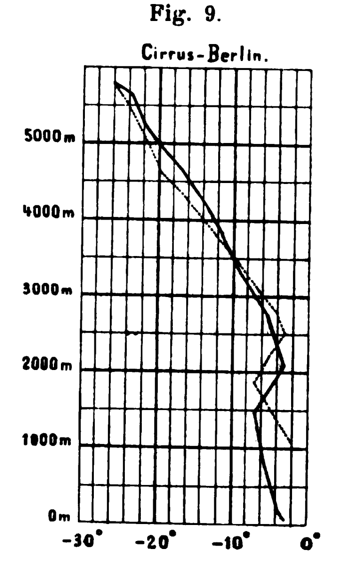
Berlin 14. XI. 1896. Ballon „Cirrus" Barogramm

Das Barogramm, Fig. 7 zeigt, dass der Ballon verhältnissmässig langsam, d. h. mit 3—5 m Geschwindigkeit aufgestiegen und sofort nach Erreichung seiner grössten Höhe von 5815 m schnell gefallen ist. Als Grund hierfür kann nach Lage der Verhältnisse nur eine schon beim Beginn des Aufstieges vorhandene Undichtheit des Ballons angenommen werden. Wie schon erwähnt, functionirte der von Paris bezogene Barothermograph Richard nicht gut, weshalb das von demselben gezeichnete Barogramm nicht wiedergegeben ist. Dasselbe blieb um mehr als 20 mm hinter dem des anderen Apparates zurück.

Fig. 8.

Berlin 14. XI 1896. Ballon „Cirrus" Thermogramm

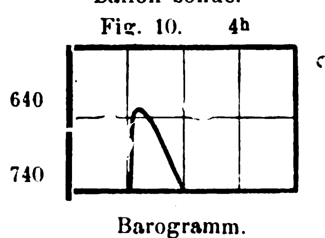
Fig. 9.



In dem zugehörigen Thermogramm, Fig. 8, erkennt man, wie zunächst eine Abnahme, dann aber eine Zunahme der Temperatur in den unteren Luftschichten stattgefunden hat und zwar zeigt sich dieselbe Erscheinung auch bei dem Abstiege des Ballons wiederkehrend. Deutlicher noch ergiebt sich die Temperaturvertheilung nach der Höhe aus Fig. 9. Bis zur Höhe von 1500 m nimmt die Temperatur von — 2,7° bis auf — 6,7° ab, von dort bis zu 2100 m Höhe aber bis auf — 3° zu, um in weiterer Höhe stetig, wenn auch nicht allzuschnell bis zur niedrigsten Temperatur von — 26° zu fallen. Ganz besonders bemerkenswerth ist aber die nahe Uebereinstimmung der beim Aufstiege registrirten Temperatur mit denen des

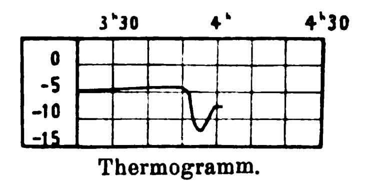
Abstieges, sowie das Zusammenfallen der grössten Höhe mit der tiefsten Temperatur. Ein „Nachhinken“ der Temperaturwerthe ist hier nur in sehr geringem Grade zu erkennen, wofür ohne Zweifel der Grund darin zu suchen ist, dass das Thermometerrohr völlig offen und deshalb der natürlichen Ventilation frei ausgesetzt war.

St. Petersburg 14. XI. 1896.
Ballon sonde.
Fig. 10.



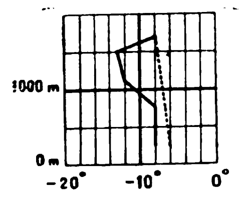
Barogramm.

Fig. 11.



Thermogramm.

Fig. 12.



Nur der Vollständigkeit halber seien in den Figuren 10, 11 und 12 noch die entsprechenden Darstellungen der Registrirungen des in St. Petersburg aufgestiegenen „Ballons sonde“ gegeben, da dieselben weitere Schlüsse nicht erlauben dürften. Ein beträchtliches „Nachhinken“ der Temperaturangaben ist hier deutlich erkennbar, sodass in der grössten Höhe von 1700 m nur — 8°, 2000 m tiefer aber — 13° und 6000 m tiefer noch 12° registrirt wurde.

(Fortsetzung folgt.)

Versuche mit grösseren Luftschrauben.[1])

Von **Georg Wellner**, Professor an der technischen Hochschule in Brünn.

Bei Verfolg meines schwierigen Vorhabens, das Problem des dynamischen Fluges einer gedeihlichen Lösung zuzuführen, fühlte ich trotz der vielfachen auf dem Gebiete der Flugtechnik schon gemachten Arbeiten, Proben und Untersuchungen, dass vor Allem praktische Experimente mit Luftschrauben von grösseren Dimensionen[2]) nothwendig seien, um deren Wirkungsweise studiren und aus den Ergebnissen brauchbare Schlüsse über die möglichst richtige Bauart von tragenden Flächen für dynamische Flug-

---

[1]) Obgleich bereits die Zeitschrift ein kurzes Resumé dieser neueren Arbeit von Prof. Wellner (aus der Feder des Hrn. Hauptmann Hoernes) in Heft 1 d. J. gebracht hat, erfüllen wir bei der grossen Wichtigkeit des Gegenstandes mit Vergnügen den Wunsch des Verfassers und bringen die in der Zeitschr. des Oester. Ingen.- u. Architekten-Ver. 1896, Heft 35/36 veröffentlichte Abhandlung hier nochmals zum Abdruck. Die Redaction.

[2]) Ueber Versuche mit kleineren Luftschrauben von verschiedener Form siehe Vereinszeitschrift 1894 Nr. 33, 34 und 47.

maschinen ziehen zu können. Der hochherzigen und uneigennützigen Unterstützung des Herrn Dr. Heinrich Friess, Besitzers der Zuckerfabrik und

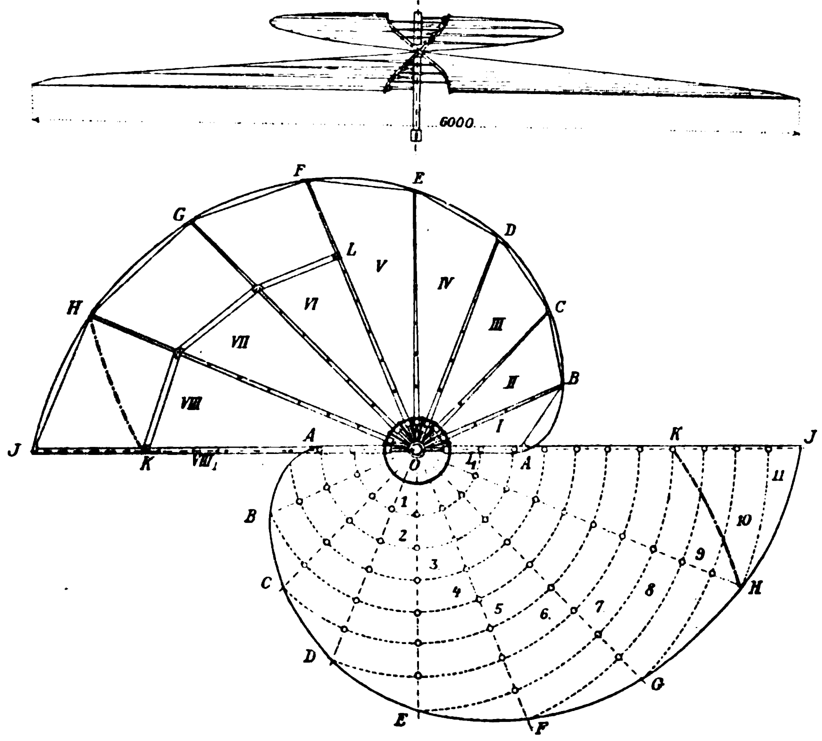


Fig. 1 u. 2. Ansicht und Draufsicht. $^1/_{60}$ natürl. Grösse.

des Gutes Zborowitz in Mähren, habe ich es zu danken, dass es mir möglich gemacht wurde, mit einem Aufwande von 4000 fl. ziemlich umfangreiche Versuche in der gewünschten Richtung vorzunehmen; und weil die gewonnenen Resultate ein allgemeines technisches Interesse bieten, erlaube ich mir hiermit die Sache der Oeffentlichkeit zu übergeben.

Construction und Grössenverhältnisse der benützten Schrauben.

Es wurden vorerst zwei Luftschrauben zur Ausführung gebracht; die eine rechtsläufig mit Ballonstoffüberzug, die andere linksläufig mit Aluminium-Blechbeschlag, beide zweiflügelig, vollkommen gleich gross und in ihrem Gerippe gleichartig gebaut, mit einem anfänglichen Ausmass von 13.5 m², welches nach und nach durch Wegnahme von Theilflächenstücken auf 7.4 m² reducirt wurde. Das Gesammtbild Fig. 1 im Aufriss und Fig. 2 im Grundriss zeigt die Anordnung und Form der Doppelflügel-Schraube in ihrer ersten anfänglichen Gestalt.

Gewählt wurde der normale Typus orthogonaler Schraubenflächen, bei welchem alle Radiallinien $\overline{OA}$, $\overline{OB}$ ... bis $\overline{OJ}$ horizontal fächerförmig auseinderstehen, wie die Stufenkanten einer kreisrunden Wendeltreppe. Die Schraubenganghöhe besass an allen Stellen, für den Vollkreis verlängert,

den constanten Werth von 1120 mm; die Steigungswinkel der Flächen nehmen demgemäss von innen nach aussen mit dem Abstande von der Achse regelmässig ab und die spiralförmig geführte Umrisslinie senkt sich von A über B, C... bis zur Flügelspitze J um den Verticalabstand von 560 mm herab. Der grosse Durchmesser betrug 6000 mm, die Breite 4400 mm.

Die nachstehende kleine Tabelle macht die Abhängigkeit der Neigungswinkel α der Schraubenflächen vom radialen Abstande ρ ersichtlich. Es gilt hierfür die Formel $\operatorname{tg} \alpha = \frac{1120}{2 \pi \rho}$.

$\rho =$	$\operatorname{tg} \alpha =$	$\alpha =$	$u =$		
			f. $n = 50$	$n = 100$	$n = 150$
250 mm	0·71292	35° 29′	1·31	2·62	3·93
500 „	0·35646	19° 37′	2·62	5·24	7·85
750 „	0·23764	13° 22′	3·93	7·86	11·78
1000 „	0·17823	10° 6′	5·24	10·47	15·71
1250 „	0·13564	7° 43′	6·55	13·09	19·64
1500 „	0·11882	6° 47′	7·86	15·71	23·56
1750 „	0·10397	5° 56′	9·16	18·32	27·49
2000 „	0·08912	5° 6′	10·47	20·94	31·42
2250 „	0·08023	4° 35′	11·78	23·56	35·34
2500 „	0·07129	4° 5′	13·09	26·18	39·27
2750 „	0·06535	3° 44′	14·40	28·80	43·20
3000 „	0·05941	3° 24′	15·71	31·42	47·13

Die letzten drei Colonnen der Tabelle enthalten ferner die den verschiedenen Radien ρ zugehörigen Umlaufs-Geschwindigkeiten n in Metern pro Secunde für die minutlichen Umlaufszahlen der Schraubenachse $n = 50$, 100 und 150.

Die Luftschrauben waren so gross, dass eine Versendung derselben in fertig montirtem Zustande unmöglich war, weil das freie Streckenprofil der Eisenbahnen hiefür nicht genügte. Die Schrauben mussten in der Fabrik auseinandergenommen und am Aufstellungsorte in Zborowitz von neuem zusammengesetzt werden.

In constructiver Beziehung besass das Schraubengerippe ein eisernes Mittelstück von 500 mm Durchmesser, bestehend aus einem Mannesmannstahlrohr von 1 m Länge, 54 mm Durchmesser und 2.5 mm Wandstärke, welches durch 8 Nabenringe mit Doppelarmen zwei schraubenförmig gewundene, hochkantig gestellte Flacheisenschienen trug und durch sein ungemein starres Gefüge den tragenden Grundstock für die Schraubenfläche bildete. Jeder Flügel hatte neun ungleich lange Radialstangen aus Ulmen-, Eschen- und Spitzahornholz, welche in rechteckigen Löchern der Flachschienen gut eingepasst waren und mit runden Zapfen in Bohrlöchern des Mittelrohres ihre Stütze fanden. Diese Armstäbe waren der Schraubenfläche entsprechend windschief verdreht, mit nach aussen hin allmählich abnehmenden und flacher werdenden Querschnittsprofilen.

Fig 3 zeigt beispielsweise für den fünften Stab ($\overline{OE}$ Fig. 2) nebeneinander gezeichnet die in Radialabständen von 250 zu 250 mm vorhandenen, ungleich schief gestellten Querschnitte mit dem Uebergange von 40×45 auf 5×28 mm und von $\alpha = 35^0\ 29'$ auf $5^0\ 6'$. Die schwierige Herstellung dieser Armstangen wurde von der berühmten Firma Gebrüder Thonet übernommen und in exactester Weise zur Ausführung gebracht. An die Armstangen schlossen sich scharfgekantete Randhölzer längs der spiralförmigen Umfangslinie $\overline{ABC \ldots J}$, sowie weiters in Mitte der Flächenfelder VI, VII und VIII drei Absteifungsrippen, welche die vier längsten Arme in fester Lage auseinander zu halten hatten.

Fig. 3. 1/8 natürl. Grösse.

Der Ueberzug der Schraubenflächen geschah oberhalb und unterhalb der tragenden Armstangen, so dass diese Stangen innerhalb der Flächen vollständig verdeckt waren; er bestand aus trapezoidförmigen Stücken, welche in peripherialer Richtung dachziegelartig übereinandergelegt und in Abständen von je 250 mm zu 250 mm durch 8 mm starke Riemenschrauben mit sehr breiten Köpfen an den Holzarmen festgeschraubt wurden. Als Material diente für die eine Schraube ein gummirter und doublirter fester Stoff, wie solcher zur Herstellung von Luftballons benützt wird, für die andere Schraube Aluminiumbleche von 0.20, 0.25 und 0.30 mm Stärke. An der spiralförmigen Umgrenzungslinie, wo die oberen und unteren Deckflächen zusammentreffen, wurden die Ränder zusammengenäht, bezw. übereinandergefalzt. In Folge der glatten Oberflächenbeschaffenheit, sowie der scharfen **S**-förmig in die Luft einschneidenden Vorderkanten $\overline{OAB \ldots J}$ war sowohl die Luftreibung als auch der Stirnwiderstand der umlaufenden Flügel auf ein Minimum gebracht. Das Eigengewicht für die vollen Anfangsformen hatte folgende Zusammensetzung:

	Bei der rechtsläufigen Schraube	Bei der linksläufigen Schraube
Das eiserne Mittelstück sammt den Flachschienen	10·35 kg	10·35 kg
18 Holzarme sammt Randhölzern, Versteifungsrippen, Riemenschrauben, Schräubchen u. Nägeln	26·55 „	27·85 „
Der Ballonstoff, bezw. die Alluminiumbleche	10·20 „	21·10 „
Summa . . .	47·1 kg	59·3 kg

Zur Ausmittellung der Lage des Druckmittelpunktes, bezw. des Trägheitsradius der Schraubenflügelflächen wurden dieselben einmal in 11 Kreis-

ringstücke von 250 mm Radialbreite (1—11), ein zweites Mal in 8 Sectorenstücke (I—VIII) von $22^1/_2{}^0$ Centriwinkel mit den zwei Randstreifen I' und VII' der vorderen und rückwärtigen Flügelkante abgetheilt, hierauf für jede Theilfläche das Planimeterausmass f und der geometrische Halbmesser ρ bestimmt und dann durch die Wurzel aus dem Quotienten der Summen $\Sigma f \rho^2$ und Σf der gesuchte Werth ausgerechnet, wie das die nachfolgenden zwei Tabellen mit Bezug auf die Grundrissfigur 2 anschaulich machen.

Die Totalfläche beider Flügel einer Luftschraube beträgt hiernach rund $F = 13{\cdot}5\ m^2$ und der Trägheitsradius $\rho = 1{,}684$ m. Die Rechnung wurde für sämmtliche Theilflächen nicht durch einfaches Planimetriren und angenähertes Abschätzen der Punktlagen, sondern auch mit Hilfe des höheren Calculs für die spiralförmige Abgrenzung sehr sorgfältig und genau vorgenommen, so dass die zwei Tabellen in den Summen und im Resultate eine vollständige Uebereinstimmung aufweisen.

Ringfläche	$f\ m^2 =$	$\rho\ m =$	$f \rho^2 =$
1	0·3083	0·391	0·0471
2	0·5023	0·637	0·2040
3	0·6810	0·882	0·5303
4	0·8179	1·130	1·0436
5	0·8818	1·378	1·6736
6	0·8812	1·626	2·3300
7	0·8317	1·875	2·9231
8	0·7332	2·123	3·3039
9	0·5858	2·370	3·2901
10	0·3891	2·614	2·6584
11	0·1432	2·835	1·1509
Summen:	$\Sigma f = 6{\cdot}7555$		$\Sigma f \rho^2 = 19{\cdot}1550$

$$\rho = \sqrt{\frac{\Sigma f \rho^2}{\Sigma f}} = \sqrt{\frac{19{\cdot}1550}{6{\cdot}7555}} = 1{\cdot}684\ \text{m};\ F = 2\, \Sigma f = 13{\cdot}511\ \text{m}^2.$$

Sectorfläche	$f\ m^2 =$	$\rho\ m =$	$f \rho^2 =$
I'	0·0105	0·478	0·0024
(I' + I)	(0·2195)	0·779	(0·1331)
I	0·2090	0·791	0·1307
II	0·3598	0·995	0·3561
III	0·5071	1·168	0·6921
IV	0·6789	1·342	1·2231
V	0·8751	1·517	2·0152
VI	1·0960	1·693	3·1401
VII	1·3415	1·868	4·6816
VIII	1·6116	2·044	6·7319
(VIII + VIII_1)	(1·6776)	2·030	(6·9137)
VIII_1	0·0660	1·660	0·1818
Summen:	6·7555		19·1550

$$\rho = \sqrt{\frac{\Sigma f \rho^2}{\Sigma f}} = \sqrt{\frac{19{\cdot}1550}{6{\cdot}7555}} = 1{\cdot}684\ \text{m};\ F = 2\, \Sigma f = 13{\cdot}511\ \text{m}^2.$$

Aufstellung der Schrauben und Methode der Messung.

Auf einem kräftigen Balkengerüste aus Eichenholz, welches im freien Hofraume der Zborowitzer Zuckerfabrik aufgestellt und festgerammt worden war, befindet sich oben aufgeschraubt eine gusseiserne Lagerbüchse für die verticale, 3 m lange und 40 mm starke Spindelwelle *W* (Fig. 4), auf deren

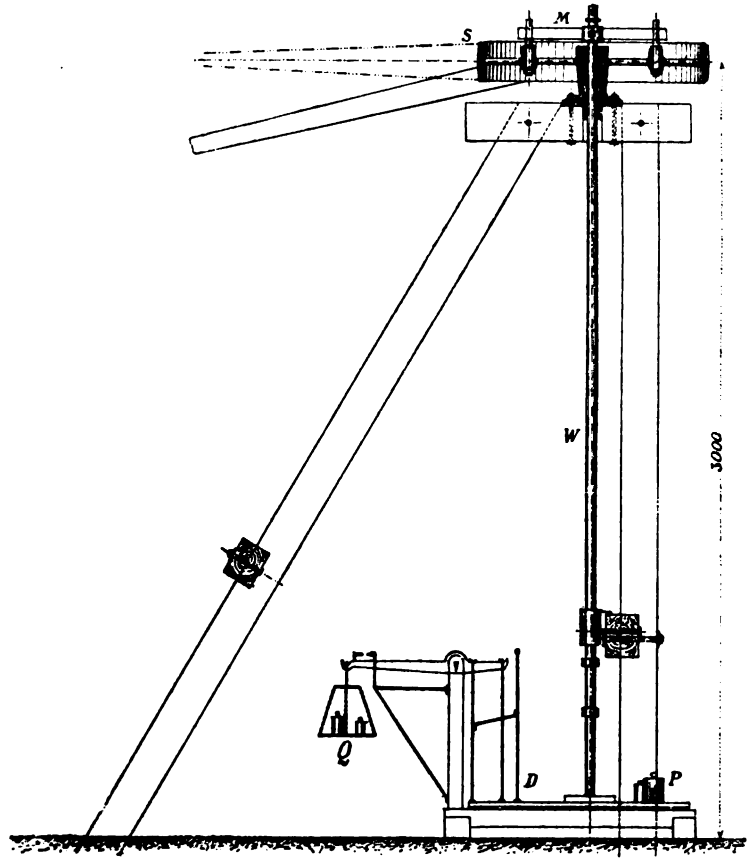


Fig. 4. $^1/_{30}$ natürl. Grösse.

oberstem Ende jedesmal, wenn die Versuche vorgenommen werden sollten, das durch einen heiss aufgezogenen Ring verdickte Mannesmannrohr der Luftschraube aufgepasst und durch einen quer hindurchgehenden Stahlkeil festgemacht wurde.

Weiter unten, an einem der Absteifung dienenden Querbalken des Gerüstes ist ein zweites Halslager zur Führung der Welle angebracht, und die unterste, mässig pombirte Spur derselben ruht auf einer glatt gehobelten Platte und diese wieder auf der Plattform einer gewöhnlichen Decimalwaage *D*. Lose drehbar um die Hülse der oberen Lagerbüchse ist eine Antriebs-Riemenscheibe *S* von 920 mm Durchmesser und 150 mm Breite, in deren Armen symmetrisch diametral zwei verticale Stahlbolzen eingefügt sind,

welche einen an der Welle festgekeilten Mitnehmer M von beiden Seiten zugleich anfassen und die Rotation einzuleiten im Stande sind. In Folge dessen übt das wirksame Drehmoment während der Ingangsetzung und während des Betriebes keinen einseitigen Druck aus; die Zugspannung des geschränkten Riementriebes wird durch die am Gerüste festgeschraubte Büchsenhülse aufgefangen; die Achse ist vollständig frei davon und vermag ungehindert auf- und abzuspielen. Eine Stellschraube unter dem unteren Halslager sicherte gegen ein eventuelles Hochsteigen der Schraubenspindel W.

Bei jeder Probe wurde vorerst die Schraube sammt Spindel und Mitnehmer durch entsprechende Wagschalengewichte Q ausgewogen, was sich ohne Schwierigkeit bis auf 10 Deka genau machen liess: dann wurde der Motor in Bewegung gesetzt; die Drehung begann; es trat wegen des oben an den Flügelflächen wachgerufenen Luftwiderstandes eine Entlastung der Wage ein und die Gewichte P, welche nun auf die Plattform so lange zugelegt werden mussten, bis das Gleichgewicht wieder hergestellt war, dienten unmittelbar zur Bestimmung der von der Schraube entwickelten Hebekraft. Dabei wurde jedesmal vor Aufschreibung der Ziffern so lange gewartet, bis sich eine stetige gleichförmige Umlaufsbewegung und demgemäss ein ruhiger Stand der Wagzeigerspitzen herausgebildet hatte und hierfür dann die Tourenzahl der Spindel auf einer Secundenuhr abgelesen.

Die beschriebene Anordnung des Antriebes erwies sich während der Vornahme der Experimente als sehr einfach und zweckmässig und die Methode der Messung als ausnehmend sicher und zuverlässig. Nur bei Wind, insbesondere bei stossweisem Auftreten dieses unruhigen Gastes, traten begreiflicher Weise Störungen und Unregelmässigkeiten ein, welches ein ruhiges Experimentiren behinderten. Die Bestandtheile für den Antrieb, ebenso auch die eisernen Schraubenmittelstücke und das Zusammenfügen der Aluminiumbleche hatte die Brünn-Königsfelder Maschinenfabrik von Lederer und Porges gefertigt; der gummirte Ballonstoff wurde von der österreichisch-amerikanischen Gummifabriks-Actien-Gesellschaft in Wien geliefert und die Aluminiumbleche stammten aus dem Messingwerke Achenrain in Tirol von C. Kulmiz.

Motor und Antrieb.

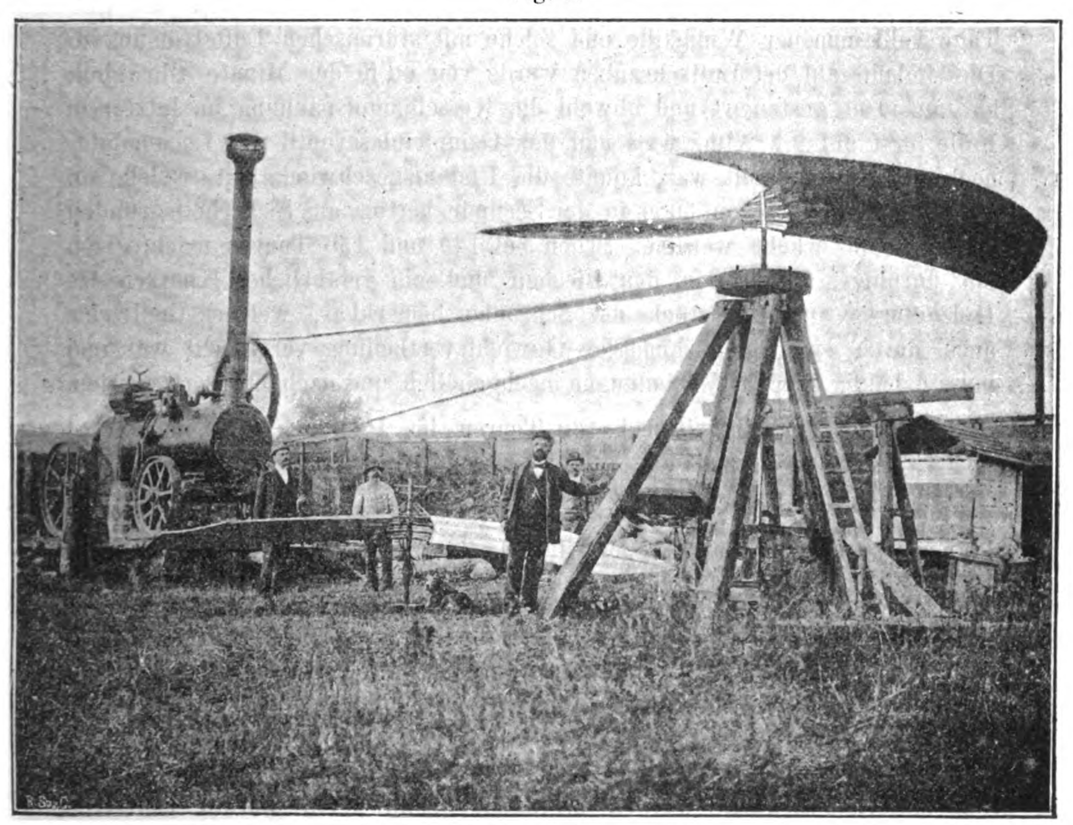
Als Motor für den Betrieb der Luftschrauben wurde ein Locomobil älterer Construction (von Clayton und Shuttleworth, Lincoln) benützt, welches bei einer maximalen Kesseldampfspannung von 4 Atm. Ueberdruck und bei 150 Umläufen in der Minute eine Arbeitskraft von 6 HP besass.

Vom Locomobilschwungrad, welches einen Durchmesser von 1520 mm hatte, wurde die Bewegung durch einen halbgeschränkten Riementrieb unmittelbar auf die horizontal umlaufende Antriebscheibe der Schraube übertragen; der Trieb lief bei richtiger gegenseitiger Aufstellung der Scheiben wegen der grossen Riemenlänge vollkommen ruhig und sicher, ohne jemals

herunterzufallen. Das theoretische Uebersetzungs-Verhältnis zwischen Maschinenwelle und Schraubenachse war $n : m = 1520 : 920 = 1.652$. In Wirklichkeit betrug es nach vielfachen Proben $n : m = 1.550$. Diese Ziffer hatte jedoch nur eine nebensächliche Bedeutung, da bei den Versuchen jedesmal die Umdrehungszahlen n der Schraubenachse selbst gezählt wurden.

Das Lichtbild (Fig. 5) zeigt die allgemeine Disposition des Antriebes; die auf die Achse aufgebrachte Flügelschraube war die rechtsläufige mit

Fig. 5.



dem Ballonstoffüberzug und einem Flächenausmass von 13.5 m², Die linksläufige Aluminiumblechschraube, deren Fläche auf 7.4 m² reducirt war, sieht man inmitten des Bildes auf der Erde. Die Reibungen des Riemenzuges absorbirten nach überschlägiger Rechnung rund 5.2% der übertragenen Kraftgrösse. Das Locomolbil erwies sich während der Versuche, selbst für den raschesten Gang der Luftschraube, als übermässig stark, so dass auch bei absichtlich niedriggehaltenen Kesselspannungen der Regulatorschieber stark gedrosselt werden musste.

Versuche und Beobachtungen.

In der Zeit vom 1. Juli bis 15. October 1895 wurde mit den zwei beschriebenen Luftschrauben eine lange Reihe von sorgfältigen Versuchen

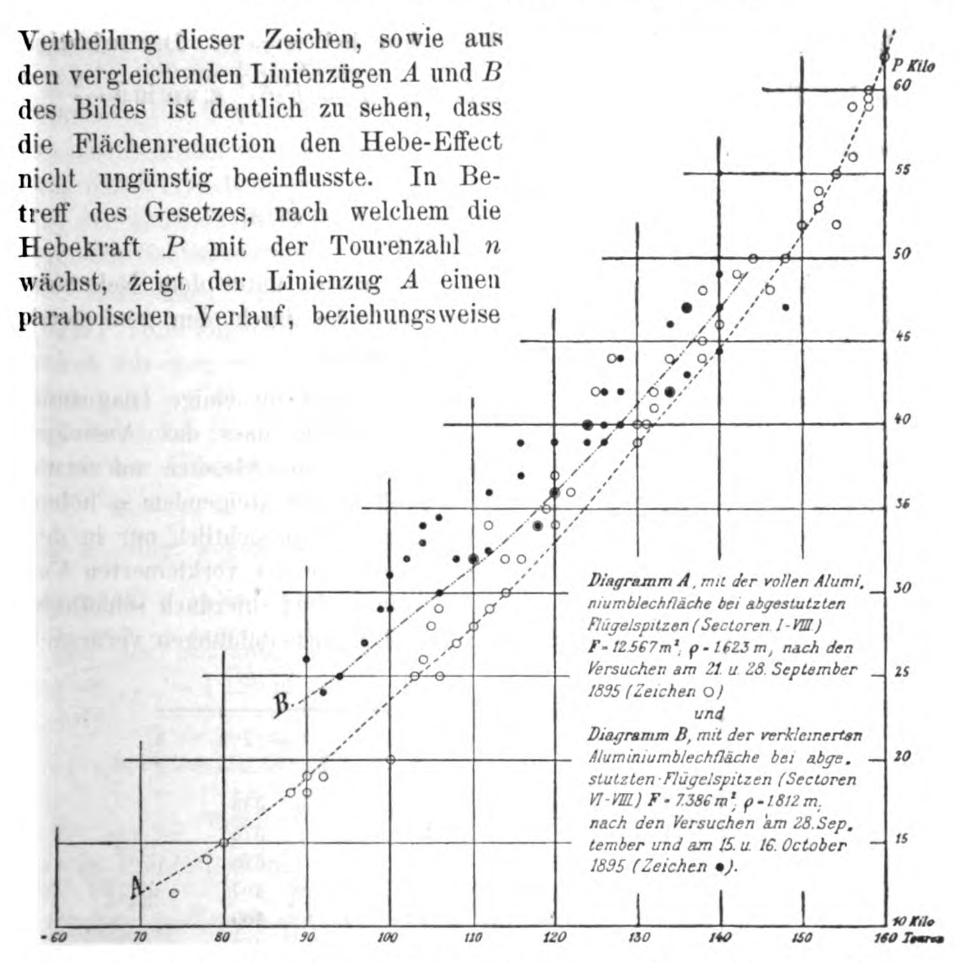
vorgenommen. Die dabei benützte Flächengrösse wechselte von dem anfänglichen Ausmass $F = 13.511$ m² bis herab auf $F = 5.194$ m², indem nacheinander die unruhig auf- und abschnalzenden Flügelspitzen, später die Sectorflächen VIII, nachher die Flächen I bis V abgenommen wurden, worauf die Flächen VIII wieder hinzugefügt wurden. Abwechselnd wurde mit der Ballonstoffschraube und mit der Aluminiumblechschraube experimentirt, so dass ein guter Vergleich des Verhaltens beider Deckmaterialien möglich war. Die Wind- und Witterungsverhältnisse wechselten häufig. Es gab Tage vollkommener Windstille und solche mit stürmischen Luftströmungen. Die Umlaufszahl der Luftschrauben wurde von 60 in der Minute allmählich bis auf 160 gesteigert und obwohl die Kesseldampfspannung im letzterem Falle erst auf 2.7 Atm. wies und das Dampfeinlassventil des Locomobiles noch stark gedrosselt war, konnte die Umlaufsgeschwindigkeit, welche an den Flügelspitzen schon 50 m in der Secunde betrug, aus Sicherheitsgründen nicht weiter erhöht werden. Schon bei 140 und 150 Touren machte sich ein unruhiges Poltern in den Blechen und ein gefährliches Knarren des Holzgefüges am Mittelstück der Schraube bemerkbar, welches theilweise auch durch eine ungleichmässige Gewichtsvertheilung verursacht war und musste häufig in den Verbindungen nachgeholfen und nachgebessert werden.

Die Geschwindigkeit bei 160 Touren im Radius $r = 3$ m beträgt $v = \frac{2\pi r \cdot 60}{n} = 50.26$ m in der Secunde und 1 kg, an dieser Stelle umlaufend, äussert schon eine Centrifugalkraft von $\frac{1}{g}\frac{v^2}{r} = 85.85$ kg. Der durch die Umdrehung der Schrauben erzeugte künstliche Verticalwind und die Luftbewegung im Luftraume oberhalb der Schrauben war schön zu beobachten, als bei mässigem Südwestwind der vom Kamine des Locomobiles emporsteigende Qualm über der Schraube dahinzog. Der Rauch wurde durch die umlaufenden Flügel von allen Seiten, insbesondere von obenher, kräftig angesaugt und fast senkrecht nach unten gezogen; das Holzgerüste und die Decimalwaage wurden in Rauch gehüllt; ein starker Luftstrom machte sich fühlbar, welcher schliesslich zur Erde gelangend, das Gras und Strauchwerk rings im Kreise nach aussenhin beugend, radial auseinanderfloss. Die aufgewendete Arbeitsleistung der Mashhine betrug für 140 und 160 Umläufe der Schraube, bei 48 und 60 kg Hebekraft 1.9 bis 2.5 HP.

In den umstehenden zwei Diagrammen sind die wichtigsten Versuchsergebnisse anschaulich zusammengetragen.

Die Abscissen gelten für die minutlichen Umlaufzahlen n der Schraubenachse, die Ordinaten für die erzeugten Hebekräfte P in Kilogramm. Die Zeichen ○ entsprechen den Versuchen mit der ganzen Schraubenfläche, an welcher nur die Flügelspitzen abgestutzt sind, die Zeichen • jenen mit der um die Sectorflächen I bis V verkleinerten Fläche. Aus der Situation und

Vertheilung dieser Zeichen, sowie aus den vergleichenden Linienzügen A und B des Bildes ist deutlich zu sehen, dass die Flächenreduction den Hebe-Effect nicht ungünstig beeinflusste. In Betreff des Gesetzes, nach welchem die Hebekraft P mit der Tourenzahl n wächst, zeigt der Linienzug A einen parabolischen Verlauf, beziehungsweise



eine quadratische Beziehung zwischen P und n, wie es die angeschlossene kleine Tabelle zusammengehöriger Grössen darthut.

A	n	P	$n^2 : P =$
$F = 12.567$	80	15	426
$\rho = 1.623$	110	28	432
$2\pi\rho = 10.197$	112	30	418
	130	39	431
	150	52	433
	160	62	413
$\alpha = 6^0\,16'$	Mittelwerth für die Linie A		425

Der beigefügte Winkel α bedeutet die Neigung der Schraubenfläche F im Druckmittelpunkte, d. i. für den Trägheitsradius ρ. Der Scheitel der

Parabel befindet sich in der Abscissenachse bei $n = \infty$. Der wichtige Factor der allgemeinen Luftwiderstandsformel: $P = F v^2 \frac{\gamma}{g} a$, worin $v = \frac{2 \pi \rho n}{60}$ ist, beträgt für die Schraubenfläche:

$$a = \frac{Pg}{Fv^2 \gamma} = \frac{P}{n^2} \cdot \frac{g}{\gamma} \cdot \frac{3600}{F(2\pi\rho)^2} = 0.0518,$$

während dieser Coëfficient für eine gleich grosse. unter dem Neigungswinkel α geradlinig vorwärtsbewegte Drachenfläche durch den goniometrischen Ausdruck $\sin \alpha \cos \alpha = 0.1083$ gegeben ist.

Aus der zweiten Tabelle, welche die Ziffern für einige Diagrammpunkte des Linienzuges B enthält, wird ersichtlich, dass das Ansteigen dieser Curve gegenüber dem einfachen quadratischen Gesetze um etwas Weniges zurückbleibt, indem die Grössen $n^2 : P$ mit steigendem n höhere Werthe annehmen; doch dürfte die Divergenz voraussichtlich nur in dem Umstande ihren Grund haben, dass die Vorderkante der verkleinerten Versuchsfläche nicht ordnungmässig zugeschärft war, und hierdurh schädliche, den Effect beeinträchtigende Störungen und Luftwirbelbildungen verursacht hatte.

B	n	P	$n^2 : P =$
$F = 7.386$	91	25	353
$\rho = 1.812$	106	30	375
$2\pi\rho = 11.385$	110	32	378
	126	39	407
	128	40	409
	140	47	417
$\alpha = 5^0\ 36'$	Kleinster Werth für die Linie B 350		

Die Gleichungsconstante ergiebt sich hier, mit dem kleinsten Werth $n^2 : P = 350$ gerechnet:

$$a = \frac{P}{n^2} \frac{g}{\gamma} \frac{3600}{F(2\pi\rho)^2} = 0.0829,$$

während der analoge Coëfficient für eine Schrägfläche beträgt: $\sin \alpha \cos \alpha = 0{\cdot}0910$.

Im ersten Falle erscheint somit der Factor a mehr als zweimal, im zweiten Falle nur unbedeutend kleiner als $\sin \alpha \cos \alpha$. Man sieht aus den Ergebnissen der Versuche, dass die erzielte Auftriebskraft P nicht von der absoluten Flächengrösse F abhängig ist, sondern vielmehr mit der Kreisfläche vom Trägheitsradius ρ, beziehungsweise mit dessen Quadrat ρ^2 in innigem Zusammenhange zu stehen scheint. Thatsächlich besitzen die Grössen:

$\rho^2 \frac{n^2}{P}$ für die zwei Diagrammlinien A und B die nicht weit auseinanderstehenden Werthe 1123·5 und 1150·8.

Hinsichtlich des für die Erzeugung einer bestimmten Hebekraft P erforderlichen Arbeitsaufwandes liefert die theoretische Berechnung, wenn man von der Luftreibung und von dem Stirnwiderstande absieht, bei der vorliegenden Schraubenfläche zufällig ein sehr einfaches Resultat.

Bezeichnen wir mit $f_1\, f_2\, f_3 \ldots$ die einzelnen Flächenelemente, mit $\rho_1\, \rho_2\, \rho_3 \ldots$ die zugehörigen Radien in Metern, mit $\alpha_1\, \alpha_2\, \alpha_3 \ldots$ die Neigungswinkel, mit $v_1\, v_2\, v_3 \ldots$ die Umlaufsgeschwindigkeiten in Metern pro Secunde, mit $p_1\, p_2\, p_3 \ldots$ die an den Flächen in Folge der Luftverdichtung erzielten Verticaldrucke in Kilogramm, so lautet der Ausdruck für den Bedarf an motorischer Leistung in Secundenmeterkilogramm:

$$A = p_1\, v_1 \text{ tang } \alpha_1 + p_2\, v_2 \text{ tang } \alpha_2 + \ldots\ldots = \Sigma\, p\, v \text{ tang } \alpha.$$

Nun ist aber, wegen der allen Flächentheilen gemeinschaftlichen minutlichen Tourenzahl n, $v_1 = 2\,\pi\,\rho_1 \frac{60}{n}$, $v_2 = \frac{2\,\pi\,\rho_2\, n}{60} \ldots$, ferner wegen der an allen Stellen der Schraube constanten Steigungshöhe: $s = 2\,\pi\,\rho_1 \text{ tang } \alpha_1 = 2\pi\,\rho_2 \text{ tang } \alpha_2 \ldots = 1{\cdot}120$ m und es folgt:

$$A = p_1\, 2\,\pi\,\rho_1 \frac{n}{60} \text{ tang } \alpha_1 + p_2\, 2\,\pi\,\rho_2 \frac{n}{60} \text{ tang } \alpha_2 + \ldots$$

$$= \Sigma\, p \,.\, 2\,\pi\,\rho \frac{n}{60} \text{ tang } \alpha = \frac{n}{60}\, s\, \Sigma\, p = 1{\cdot}12 \frac{P n}{60}$$

oder in Pferdestärken:

$N = \frac{1{\cdot}12}{60 \times 75}\, P\, n = \frac{P n}{4018}$, welche Ziffer auch thatsächlich mit dem wirklichen Arbeitserforderniss sich in guter Uebereinstimmung befindet.

Im Verlauf der langdauernden Experimente konnte man vor Allem erkennen, wie schwierig genaue Beobachtungen sich gestalten, und wie viel Zeit und Mühe und Geldaufwand es kostet, um überhaupt brauchbare Resultate zu gewinnen. Die Aluminiumfläche war der Ballonstoff-Fläche entschieden überlegen. Die anfängliche Breite und peripheriale Ausdehnung der spiralförmig umgrenzten Flügelflächen brachte keinen Vortheil, indem die verkleinerten schmaleren Flügel, mit welchen zuletzt experimentirt wurde, trotz des geringeren Flächenausmasses für die gleichen Umlaufzahlen einen kräftigeren Auftrieb erzeugten. Es zeigte sich ferner, dass die Construction der Flügel gegenüber den radial wirkenden Fliehkräften, welche wegen der grossen Umlaufsgeschwindigkeiten ganz erhebliche Grössen erreichen, besonders fest sein muss. Die Hebewirkung verlangt ebenfalls eine genügende Tragkraft der Armstangen und hinsichtlich des ungleichförmigen Einflusses der zeitweilig herrschenden Luftströmungen spielt die Steifigkeit und Widerstandsfähigkeit des Flächengefüges und der Schraubenachse gegen Biegung

und Torsion eine höchst wichtige Rolle. Deutlich war bei den Versuchen zu beobachten, dass jede Unebenheit und Unregelmässigkeit der Oberfläche Schaden brachte, weil sie die Luftreibung vergrösserte und nachtheilige Wirbelbildungen verursachte. Bevor jedoch die Ergebnisse der vorgenommenen Experimente für die Kenntniss einer zweckmässigen Bauart von Luftschrauben in kurzen Sätzen übersichtlich zusammengefasst sein sollen, mögen noch vorher die Beobachtungen über das Verhalten von grösseren Flächen im Winde besprochen werden. (Schluss folgt).

Zur Aufklärung einiger besonderen Erscheinungen des Winddruckes, nach angestellten Versuchen.

Von **Friedrich Ritter**.

(Schluss.)

III.

Wenden wir uns zum Schlusse noch einer weiteren Gruppe von Erscheinungen des Winddruckes, nämlich der Lage des Druckmittelpunktes auf einer vom Winde getroffenen ebenen Fläche und dem Winddrucke auf schief getroffene flach hohle Flächen zu, so liegt:

Nach Lilienthal[1]) bei schwach geneigten ebenen Flächen der Druckmittelpunkt nur wenig in der Richtung nach vorn von der Mitte der Fläche entfernt.

Für Winkel mittlerer Grösse hat Samuelson[2]) durch Messungen am Papier-Drachen diese Entfernung in Theilen der halben Flächenbreite zu $e = 1/_8$ gefunden. Hiermit stimmen die von Kummer[3]) in fliessendem Wasser an schmalen Platten gemachten Versuche, welche dieselbe Entfernung zu $e = e^a$ 0.25 bis 0.30 bei mittleren Winkeln ergaben, ungefähr überein.

Befragen wir die auf der Lehre vom Lufthügel aufgebaute Rechnung, so ergiebt dieselbe für eine vom Wind nach der Quere schief getroffene Fläche als diese in Theilen der halben Flächenbreite ausgedrückte Entfernung

$$e = \frac{\cos^3 \frac{\varphi}{2} - \sin^3 \frac{\varphi}{2}}{\cos \frac{\varphi}{2} + \sin \frac{\varphi}{2}}$$

welche sich für verschiedene Winkel, wie folgt berechnet:

für $\varphi = 0°$ . . . $e = 1.00$
für $\varphi = 15°$ . . . $e = 0.87$
für $\varphi = 30°$ . . . $e = 0.72$
für $\varphi = 45°$ . . . $e = 0.56$
für $\varphi = 60°$ . . . $e = 0.38$

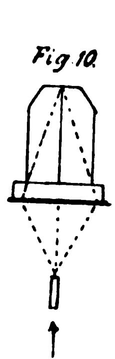
Diese Werthe stimmen mit den erwähnten Beobachtungen nicht überein; sie sind zu gross.

Wo liegt die Ursache dieser Nichtübereinstimmung?

---

1) Vereinszeitschrift Nov. 1895.
2) Vereinszeitschrift Dez. 1895.
3) nach Gerlach im Civilingenieur 1885.

Ich lasse eine runde Scheibe Papier im Zimmer fallen, welche, um das seitliche Ausweichen während des Falles zu verhindern, mit einem papierenen Aufsatze versehen und ausserdem durch ein an Fäden darüber gehängtes kleines Gewicht beschwert ist.



Nach dem Werthe $\sin^2\varphi \cdot \sin\frac{\varphi}{2}$ bei $\varphi = 90^0$ zu schliessen, sollte sich ein Winddruck von $n = \sqrt{\frac{1}{2}} = 0.707$ ergeben; es ergibt sich aber $n = 0.73$ bis 0.78, also mehr.

Ich lasse einen Kegel aus Briefpapier von $\varphi = 30^\circ$ Neigungswinkel fallen; die für denselben summirten Werthe von $\sin^2\varphi \cdot \sin\frac{\varphi}{2}$ würden einen Winddruck $n = 0.13$ erwarten lassen; ich finde aber 0.81, also wiederum mehr.

Bei Kreiscylinder-, Kugel- und Spitzkugelflächen haben Rechnung und Beobachtung übereingestimmt; ein Unterschied zwischen diesen und den vorerwähnten Flächen besteht, soviel man erkennen kann, nur darin, dass bei Cylinder-, Kugel- und Spitzkugelflächen der Lufthut an den Rand der Fläche tangirend anschliesst, während bei der flachen Scheibe nnd dem geradlinigen Kegel Lufthut und Fläche am Rande der letzteren unter einem Winkel $\frac{\varphi}{2}$, welcher grösser als Null ist, zusammentreffen.

Ein dem erwähnten Kegel ähnlichen Kegel von $\varphi = 30^\circ$, jedoch aus Pauspapier gefertigt, ergiebt $N = 0.32$, also von dem am Briefpapierkegel gemessenen Werthe wenig verschieden.

Lässt man jedoch einen gleichen Kegel aus Crêpepapier d. i. einem künstlich rauh gemachten Papier fallen, so führen die wiederholt und sorgfältig angestellten Messungen zu einem höheren Werthe, nämlich einem Winddrucke von

$$N = 0.43.$$

Währenddem somit gegenüber dem rechnungsmässigen Winddrucke von $N_0 = 0.13$ ein Mehr an Winddruck $N - N_0 = N_1$ beobachtet wurde:

$$\left.\begin{array}{ll}\text{bei Briefpapier von} & 0{\cdot}31 - 0{\cdot}13 = 0{\cdot}18 \\ \text{„ Pauspapier „} & 0{\cdot}32 - 0{\cdot}13 = 0{\cdot}19\end{array}\right\} 0{\cdot}185$$

ergab sich für dieses Mehr:

$$\text{bei Crêpepapier} \; .\;.\;.\;. \; 0{\cdot}43 - 0{\cdot}13 = 0{\cdot}30$$

d. i. $\frac{0{\cdot}30}{0{\cdot}185}$ = ungefähr $1^1/_2$ mal so viel.

Wodurch unterscheidet sich Crêpepapier von Brief- und Pauspapier? Soweit der Winddruck davon beeinflusst werden kann, offenbar nur durch seine grössere Rauhheit.

Rauhe Papiere rufen, wie sich zeigt, hohe Werthe, glatte Papiere niedrige Werthe des Mehrwinddruckes n_1 hervor.

Für einen so leicht beweglichen Stoff, wie die Luft, sind uns glatt scheinende Papiere wie Brief- und Pauspapier noch immer rauh, und der Mehrwinddruck $n - n_0 = n_1$ würde vermuthlich erst dann verschwinden, der Winddruck auf den Kegel von $\varphi = 30^\circ$ erst dann den berechneten niedrigen Werth von $n_0 = 0.13$ erreichen, wenn es gelänge, die Oberfläche des Kegels absolut glatt herzustellen.

Für $\frac{\varphi}{2} = 0$ ist der neue Winddruck n_1, welchen man vielleicht zum Unterschiede von dem früheren, aus dem elastischen Stosse des Windes sich herleitenden

Drucke, dem „Stosswinddrucke", den „**Rauhheitswinddruck**" nennen könnte, nach den Versuchsergebnissen an Kreiscylinder-, Kugel- etc. Flächen ebenfalls Null·

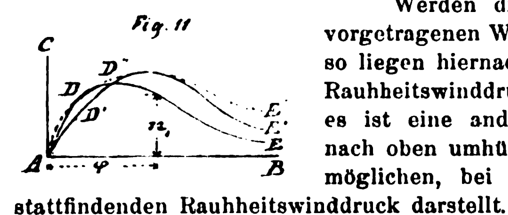
Für $\frac{\varphi}{2} = \frac{90^\circ}{2} = 45^\circ$ berechnet er sich nach den angeführten Versuchszahlen zu (0·78 bis 0·78) — 0·71 = 0·07 bis 0·02, also im Vergleich zu den am Kegel von $\varphi = 30^0$ gemessenen Zahlen gering.

Der Rauhheitswinddruck ist sonach bei Kegeln von mittleren Neigungswinkel φ am grössten.

Die Messungen an Kegeln von anderem Neigungswinkel als $\varphi = 30^\circ$ haben ergeben:

Winkel φ	Rauhheitswinddruck n_1 Briefpapier	Crêpepapier
22°30′	0·13	0·26
30°	0·18	0·30
45°	0·24	0·31
60°	0·22	0·23
90°	0·07	0·06

Die Änderung von n erfolgt somit bei verschieden rauhem Papier nicht in gleicher Weise. Währenddem bei Winden φ bis zu 45° das Crêpepapier mit dem Werthe n_1 obenansteht, sind die Werthe von Briefpapier und Crêpepapier bei $\varphi = 60^\circ$ ungefähr gleich, und bei $\varphi = 90^\circ$ liegt der Werth n_1 des Crêpepapiers unter demjenigen des Briefpapiers.



Werden die Werthe n_1 über den als Abscissen vorgetragenen Werthen von φ als Ordinaten aufgetragen, so liegen hiernach die Curven ADE, $AD'E'$ u. s. w. der Rauhheitswinddrucke theils über, theils unter einander; es ist eine andere Curve $AD''E''$ denkbar, welche sie nach oben umhüllt und für jeden Winkel φ den grösstmöglichen, bei einer gewissen Rauhheit der Fläche stattfindenden Rauhheitswinddruck darstellt.

Der Rauhheitswinddruck kann somit durch eine Vermehrung der Rauhheit der Fläche nicht beliebig, sondern nur bis zu einer gewissen Grenze gesteigert werden.

Ich habe versucht, aus den zahlreich vorgenommenen Messungen eine empirische Formel für die Grösse des Rauhheitswinddruckes abzuleiten.

Für einen Windfaden vom Querschnitt eins ergab sich in Theilen von $\frac{v^2 \gamma}{g}$ ein Rauhheitswinddruck von der Form

$$K . cos^3 \frac{\varphi}{2} . sin^a \frac{\varphi}{2}$$

wobei K und a Coefficienten, welche den verschiedenen Rauhheiten der Papiere eigenthümlich sind, bezeichnen.

Für die sechs untersuchten Papiergattungen, nämlich, nach dem Grade ihrer Rauhheit, das glatteste voran, das rauheste zuletzt geordnet:

Briefpapier, Conceptpapier, Pauspapier, Crêpepapier, weisses Löschpapier und tuchartig rauhes Papier, haben sich nachstehende Werthe von K und a, sowie des Quotienten $\frac{K}{a}$ ergeben:

Papiergattung	a einzeln	a im Durchschnitt	K einzeln	K im Durchschnitt	$\frac{K}{a}$ einzeln	$\frac{K}{a}$ im Durchschnitt
Briefpapier	1·55	1·39	2·09	1·82	1·35	1·30
Conceptpapier	1·34		1·82		1·36	
Pauspapier	1·28		1·54		1·20	
Crêpepapier	0·84	0·59	1·35	0·83	1·61	1·38
Löschpapier	0·60		0·63		1·06	
Tuchartig rauhes Papier	0·34		0·51		1·49	
Ges. Durchschnitt:	0·99					

Nach diesen Zahlen nimmt der Werth a mit zunehmender Rauhheit des Papiers von 1.55 bis 0.34 ab, so dass man denselben den Rauhheits- oder besser den Glättecoëfficienten nennen könnte.

Mit a zugleich nimmt auch K und zwar von 2.09 bis 0.51 ab.

Der Quotient $\frac{K}{a}$ ändert sich verhältnissmässig wenig. Im Durchschnitt beträgt derselbe 1·30 bei den glatten, 1·38 bei den rauhen Papieren, und wenn man sich die Werthe $\frac{K}{a}$ bis zur ideellen Grenze $a = 0$ fortgesetzt denkt, so würde sich ungefähr $\left(\frac{K}{a}\right)_0 = 1{\cdot}42$ ergeben.

Im Gesammtdurchschnitt für die sechs Papiere berechnet sich der Rauhheitscoëfficient a zu 0·99 oder rund 1, welchem Werthe ein durchschnittlicher Werth von $\left(\frac{K}{a}\right)_1 = K_1 = 1{\cdot}36$ entspricht.

Der Rauhheitswinddruck ist nach den die Beobachtungen begleitenden Erscheinungen ebenso wie der Stosswinddruck senkrecht zur betreffenden Flächenstelle gerichtet. Versucht man es, aus der vermittelten Grösse dieses Rauhheitswinddruckes nunmehr die Lage des Druckmittelpunktes auf einer nach der Quere schief vom Wind getroffenen Fläche für Stossdruck und Rauhheitsdruck zusammen bei einer mittleren Rauhheit der Fläche von $a = 1$ zu berechnen, so ergiebt sich im Vergleich zu früher folgende andere theoretische Entfernung (e) dieses Druckmittelpunktes von der Mitte der Fläche in Theilen der halben Flächenbreite:

φ	(e)	
0°	0·00	
7°30′	0·16	
15°	0·26	Durchschnitt 0·31
30°	0·35	
45°	0·34	
60°	0·28	
75°	0·15	
90°	0·00	

Wie sich zeigt, ist diese neue berechnete Entfernung (e) in der That bei kleinen Winkeln φ, wie die Beobachtung Lilienthal's verlangt, gering.

Bei mittleren Winkeln von $\varphi = 15$ bis 60° beträgt die Entfernung 0.25 bis 0.35, im Durchschnitt 0.31, also fast genau soviel, wie Samuelson und Kummer beobachtet bez. gemessen haben.

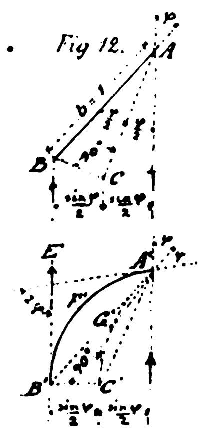
Mit Hülfe des Rauhheitswinddruckes ist es also gelungen, die Lage dieses Druckmittelpunktes übereinstimmend mit der Erfahrung zu berechnen.

Es erübrigt nun zu zeigen, wie mit Hülfe des Rauhheitswinddruckes auch

die besonderen Erscheinungen des Winddruckes auf schief getroffene flach hohle Flächen erklärt werden können.

Nach Lilienthal und Wellner[1]) ist der Winddruck auf solche hohle Flächen grösser als auf ebene Flächen. Lilienthal und Wellner haben ausserdem die mittlere Richtung dieses Winddruckes gegen die mittlere auf die Flächen gezogene Normale in der Richtung nach vorn d. i. gegen den Wind zu geneigt gefunden.

Ist AB eine ebene, $A'FB'$ eine flach hohle solche Fläche,



so zwar, dass letztere vorn in B' an die zur Windrichtung parallele Gerade $B'E'$ tangirt, so bildet die lange Seite der Vorderfläche des Lufthutes bei der ebenen Fläche eine gerade Linie AC, bei der hohlen Fläche eine hohl gekrümmte Linie $A'G'C'$

Die gerade Linie AC trifft am Rande A auf die Fläche unter einem Winkel $\frac{\varphi'}{2} = \frac{\varphi}{2}$; wenn dagegen von den Punkten C', G' u. s. f. des hohlen Bogens $A'G'C'$ gerade Linien oder Sehnen nach dem Rande A' der hohlen Fläche gezogen werden, so treffen diese daselbst unter grösserem Winkel, nämlich

von C' aus unter . . . . . $\frac{\varphi'}{2} = 3 \cdot \frac{\varphi}{2}$

„ der Mitte G' aus unter . $\frac{\varphi'}{2} = 2^1/_2 \cdot \frac{\varphi}{2}$

aus der Nähe von A' aus unter $\frac{\varphi'}{2} = 2 \cdot \frac{\varphi}{2}$

auf die Fläche.

Nachdem der Rauhheitswinddruck dem Werthe $\sin^a \frac{\varphi'}{2}$, d. i. bei kleinen Winkeln und $a = 1$ ungefähr den Winkeln $\frac{\varphi'}{2}$ selbst proportional ist, so ergieb sich durch die hohle Gestalt der Fläche der Rauhheitswinddruck

bei C' auf das 3 } fache
„ G' „ „ $2^1/_2$ } fache
„ A' „ „ 2 } fache

seines Werthes erhöht.

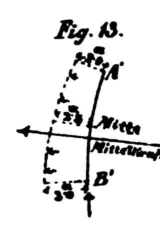
Berechnet sich sonach beispielsweise für $a = 1$ und einen Winkel $\varphi = 10°$ der Winddruck auf die ebene Fläche:

Stossdruck zu 0·02 } $n = 0{\cdot}07$,
Rauhheitsdruck zu 0·05 }

so ergiebt dieselbe Rechnung für die hohle Fläche:

Stossdruck 0·01 } $n = 0{\cdot}13$.
Rauhheitsdruck 0·12 }

Die flach hohle Fläche empfängt somit gegenüber der ebenen Fläche das $\frac{0{\cdot}13}{0{\cdot}07} = 1{\cdot}8$ oder rund 2 fache des Winddruckes, wie dies die Versuche von Lilienthal in Wirklichkeit ungefähr ergeben haben.



Der Winddruck auf die hohle Fläche nimmt hierbei, da gegen den Rauhheitswinddruck auf die lange Seite $A'C$ des Lufthutes die übrigen Drucke bei kleinen Winkeln zurücktreten, vom hinteren Rande A' gegen den vorderen Rand B' der Fläche zu: es wird daher der mittlere Angriffspunkt des Winddruckes von der Mitte der Fläche aus nach vorn verschoben und gleichzeitig die Richtung der Mittelkraft des Winddruckes gegen die Senkrechte zur Mitte der Fläche in der Richtung gegen den Wind vorwärts geneigt.

---

[1]) Zeitschrift des öster. Ing. und Architekt. Vereins 1893.

Auch diese letztere sich aus den Beobachtungen ergebende Erscheinung findet somit durch den Rauhheitswinddruck ihre Erklärung.

Indem somit nach einander die Form des Lufthutes, die bei zusammengesetzten Flächen auftretenden Nebenwinddrucke und schliesslich als eine neue Art Winddruck der Rauhheitswinddruck für die Untersuchung der angeführten besonderen Erscheinungen des Winddrucks herangezogen wurde, ist man, wie vielleicht ausgesprochen werden darf, dazu gelangt, diese Erscheinungen der Berechnung zu unterziehen und damit mehr oder weniger zu erklären.

Die Untersuchung dieser Erscheinungen ist damit wohl nicht abgeschlossen, es bleibt vielmehr, wie sich gezeigt hat, noch manches zu thun übrig.

Kleinere Mittheilungen.

Zu dem Aufsatze des Hrn. Dr. Jacob: „Wie bewegt sich die vom Flügel getroffene Luft?" Herr Dr. E. Jacob in Kreuznach, welcher in dieser Zeitschrift mehrfach Artikel über den Vogelflug veröffentlicht hat, bringt im Märzheft d. J. Seite 75 eine Abhandlung, in welcher hauptsächlich bewiesen werden soll, dass die Formel Fv^2 (unter Weglassung der constanten Factoren) nicht genüge, um die beim Fliegen auftretenden Erscheinungen zu erklären. Zur Aufklärung und Berichtigung der in dieser Abhandlung enthaltenen zahlreichen Irrthümer würde ein Aufsatz von zwei- bis dreifacher Länge des vorerwähnten kaum ausreichen. Es mag daher die am Schlusse der Abhandlung (Seite 81, Abs. 7 u. folg.) aufgestellte Behauptung herausgegriffen werden, welche in Kürze wie folgt lautet:

> „Ein Drahtring von ca. 30 cm Durchmesser ist lose mit leichtem Stoff überspannt und mittelst 3 nach oben zusammenlaufenden Fäden, die am Ringe befestigt, vom Boden oder Tische aufzuheben." — Hebt man nun den Ring ruckweise nach oben an, so zeigt sich kein Ausbauchen des Stoffes nach unten, wie man erwartet, sondern nach oben, „wodurch der absolute Beweis geliefert ist, dass während des Hebens kein Gegendruck der Luft von oben, sondern ein Druck von unten von der Luft ausgeübt wird." — „Es wäre nur noch eine Controverse möglich über die Entstehung der Erscheinung. An der Erscheinung selbst ist kein Zweifel und damit auch bewiesen, dass ....

Hieraus wird dann (S. 82) geschlossen:

> „dass das Widerstandsgesetz Fv^2 hier (d. h. auf den Vogelflug) nicht angewandt werden kann, ist damit einwandfrei bewiesen."

Ich habe das einfache Experiment, welches Herr Dr. Jacob beschreibt, angestellt. Die 3 an dem 19 cm im Durchmesser grossen, leicht bespannten Draht-Ringe befestigten Fäden laufen in 28 cm Höhe über dem Teller zusammen; da indessen der menschliche Arm bei dem ruckweisen Anheben eine zu grosse Masse hat, so ist der Faden, in welchen die 3 Ringfäden zusammenlaufen, an einem leichten Stäbchen von 29 cm Länge befestigt, welches man, mit den Fingern haltend, emporschnellen kann. Thut man dieses, so findet man das Gegentheil von dem, was Herr Dr. Jacob als eine ausgemachte, unwiderlegbare Thatsache hinstellt, nämlich man fühlt mit der das Stäbchen emporschnellenden Hand deutlich, dass die Luft dem Teller erheblichen Widerstand entgegensetzt und man sieht, dass der den Bezug bildende leichte Stoff nach unten, d. h. so wie es dem gesunden Menschenverstande entspricht und an tausend anderen Vorgängen beobachtet werden kann, (nicht, wie Herr Dr. Jacob behauptet, nach oben) sich ausbaucht.

Die vorerwähnte, als zweifellos erwiesen hingestellte Behauptung des Herrn Dr. E. Jacob in Kreuznach ist ebenso irrthümlich, wie es seine übrigen den physikalischen und mechanischen Grundgesetzen widersprechenden Behauptungen sind.

Schwerin i./M., April 1897. Arnold Samuelson.

Vereinsnachrichten.

Oberrheinischer Verein für Luftschiffahrt.

Versammlung am Donnerstag den 25. Februar 1897 im Vereinslokal Civil-Kasino.
Eröffnung um 8½ Uhr Abends.
Vorsitzender: Major von Pannewitz.
Tages-Ordnung:

1. Vortrag des Prem.-Lieut. Baron. Thema: „Ueber Freifahren." Redner gliederte seine Ausführungen in drei Teile:
   a. Die Vorbereitungen zu einer Freifahrt.
   b. Die Principien, nach welchen sich die Thätigkeit der Reisenden unterwegs zu richten hat.
   c. Der Abstieg und die Landung.

Im Allgemeinen wurden diejenigen Grundsätze näher ausgeführt, welche der Vortragende bei seinem Commando zur Luftschiffer-Abtheilung Berlin kennen gelernt hat, jedoch unter Berücksichtigung des Luftschiffer Materiales, welches in Strassburg vorhanden ist und bei den Uebungen verwendet wird, ferner unter Berücksichtigung der eigenthümlichen Wind- und Witterungsverhältnisse der oberrheinischen Tiefebene. Bei allen vier Fahrten, welche zu Ende des vorigen und Anfang des jetzigen Jahres seitens des Kaiserlichen Gouvernements bezw. des meteorologischen Landes-Institutes veranstaltet wurden, zeigte die Curve am Schlusse der Fahrt (etwa im letzten Drittel) die entschiedene Neigung nach rechts in das Gebirge abzubiegen, eine Erscheinung, welche mit dem allgemeinen Verlauf der atmosphärischen Strömungen zusammenhängt. So erfolgte die Landung im Mai 1896 im Schwarzwalde bei Alpirsbach, die am 8. August am Bastberg bei Buchsweiler im Elsass, die am 13. November unweit Tübingen, die am 18. Februar 1897 bei Waibstadt 80 km. östlich von Heidelberg. Da für jetzt die Verwendung von Wasserstoffgas der hohen Kosten wegen in Strassburg ausgeschlossen ist, erfolgt die Füllung des Ballons mit Leuchtgas. Aus diesem Grunde fahren hier stets nur 2 Personen. Das Gewicht des Materials, und der Luftschiffer wird vorher festgestellt, und dann die mitzunehmende Ballastmenge theoretisch berechnet. Die Berechnung erwies sich bei der letzten Fahrt als beinahe richtig.

Auf diesen Vortrag folgte der vorläufige Bericht über die zweite internationale meteorologische Simultanfahrt am 18. Februar 1897 durch den Herrn Direktor des meteorologischen Instituts Dr. Hergesell. Diese Berichterstattung konnte sich nur auf die Fahrt des bemannten Ballons erstrecken, da der Registrirballon Strassburg noch nicht aufgefunden war.

Die Abfahrt erfolgte bei wenig Wind und kaltem nebeligem Wetter um 10 Uhr V. M. E. Z. vom Steinthorplatze aus. Der Ballon durchstieg den Nebel und fuhr bei herrlichem Sonnenschein über den Wolken bis etwa Hagenau in E; von hier aus bei klarem sonnigen Wetter nach Norden bis Lauterburg, woselbst der Rhein überflogen wurde. Die Fahrt ging weiter bis nach Karlsruhe, wo beinahe Windstille eintrat. Schon hier zeigte der Ballon die entschiedene Neigung nach rechts in das Gebirge abzubiegen. Heidelberg links liegen lassend, erfolgte 5 Uhr 30 Min. Abends bei Waibstadt in Baden in einem lichten Walde die Landung. Der Ballon fuhr am Schlepptau dicht über die Kronen der Bäume dahin, weil wir die Absicht hatten im Thale, jenseits des Waldes, zu landen. Es erfolgte nun der Zwischenfall, dass sich das Tau in den Zweigen der Bäume verfing und nun der Ballon gewissermassen ein Fesselballon geworden war. Auch das Opfern des letzten Sackes Ballast machte den Ballon nicht flott, so dass die Landung im Walde nothwendig wurde. Die höchste Höhe, welche das Luftschiff erreichte, war 2800 Meter. Höher zu steigen lag nicht in unserer Absicht, da die Windverhältnisse zu ungünstig waren. Die nähere Berichterstattung der Fahrten beider Ballons wird durch Herrn Direktor Dr. Hergesell später erfolgen.

Den Schluss der Versammlung bildeten geschäftliche Mittheilungen durch den 2. Schriftführer Herrn Hptm. Moedebeck.

Die Namen der neuen Mitglieder, unter ihnen Sr. Excellenz der com. General des XV. A. K. Herrn Frh. von Falkenstein, Dr. phil. F. Erk, Direktor der Kgl. Bayr. meteorologischen Centralstation in München u. a. m., wurden bekannt gegeben, so das die Zahl der Vereinsmitglieder am 25. Februar 1897 201 betrug.

Die nächste Freifahrt erfolgt voraussichtlich im Mai.

Andrée's Polarfahrt.

Mit athemloser Spannung blickt die ganze Culturwelt gegen Norden, wo drei Männer in lächelnder Ruhe ihr Leben an ein Wagniss von kaum gekannter Kühnheit gesetzt haben. Auf aller Lippen schwebt die quälende Frage: Wo mag jetzt Andrée mit seinen Gefährten weilen? ....

Für einen Luftschiffer giebt es in diesen Tagen kaum einen anderen Gedanken .... Freilich wird der praktisch geschulte Aëronaut, der sich die zahllosen Gefahren, die fast unbesiegbaren Schwierigkeiten dieser einzig dastehenden Ballonfahrt klarer vergegenwärtigen kann, wohl mit noch geringerer Hoffnung den kommenden Nachrichten (oder deren Ausbleiben ...) entgegensehen. Aber er wird sich mit jedem Menschen von Herz und Charakter in dem brennenden Wunsche begegnen: Möchten doch alle unsere Rechnungen in Nichts zerfallen! möchten doch lieber unsere Erfahrungen über die physikalischen Bedingungen der Aëronautik, ja die Gesetze der Physik und Wahrscheinlichkeitsrechnung selber zu Schanden werden, Andrée aber Recht behalten! Solch' ein Triumph des kühnsten Wagemuthes, der unverzagtesten Thatkraft über das starre Element wäre ein Triumph der gesammten Menschheit ....

Berlin, 20. Juli 1897. Berson.

Die gleichzeitigen wissenschaftlichen Ballonfahrten vom 14. November 1896.

Von **Richard Assmann.**

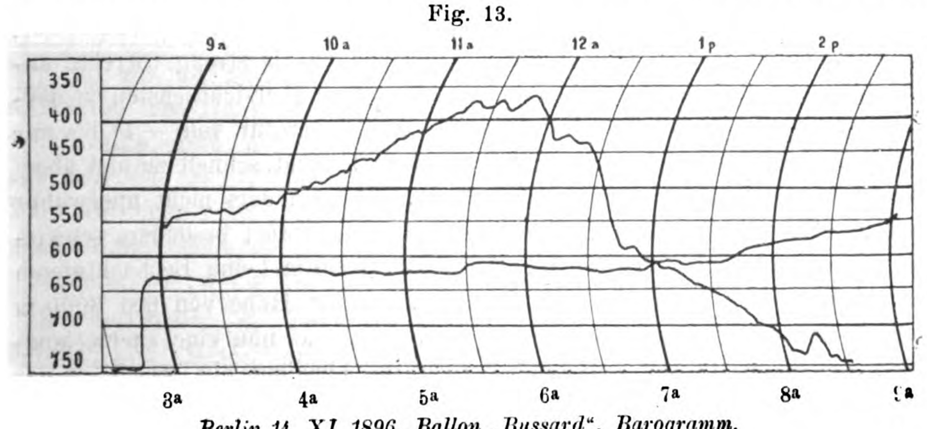
(Fortsetzung.)

Wir kommen nunmehr zum zweiten Theile der internationalen Simultanfahrten des 14. November 1896, welcher die in Berlin, St. Petersburg, Warschau und München ausgeführten Freifahrten bemannter Ballons umfasst.

a) Beobachtungen im Ballon „Bussard".

Das in Fig. 13 reproducirte Barogramm des in Berlin aufgestiegenen, mit voller wissenschaftlicher Ausrüstung versehenen und von dem erfahrensten

Fig. 13.



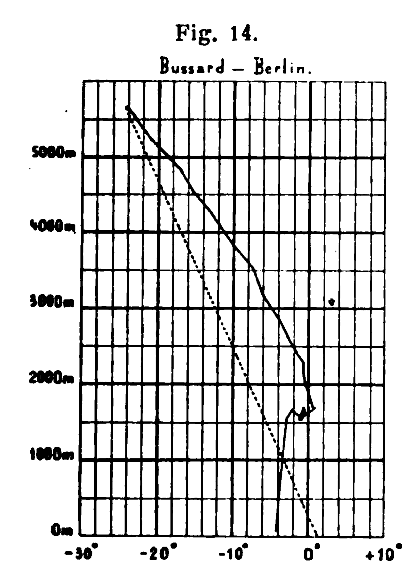
Berlin 14. XI. 1896. Ballon „Bussard". Barogramm.

wissenschaftlichen Luftschiffer, Herrn Berson, bedienten Ballons „Bussard“ zeigt, dass der Aufstieg bis zur Höhe von 1500 m mit der durchschnittlichen Geschwindigkeit von 2,3 m p. sec. erfolgte, dass aber dann nahezu dieselbe Höhe fast bis zum Sonnenaufgauge, d. h. während $4^1/_2$ Stunden beibehalten wurde. Nun begann der Ballon, unterstützt durch die Sonnenstrahlung, welche das Gas erwärmte, schneller zu steigen und erreichte seine grösste Höhe von 5805 m um 11 Uhr 48 Minuten. Der Abstieg erfolgte in mehreren Absätzen bis zur Höhe von 2200 m ziemlich rasch, von da ab bis zur Landung sehr langsam, was vornehmlich durch das sumpfige, und deshalb für eine Landung höchst ungünstige Gelände bedingt wurde. Frischer, stark böiger Südostwind veranlasste eine flotte Schleiffahrt von 6—800 m Länge. Die Einzelheiten der Fahrt sind aus der Tabelle auf S. 46 und 47 zu ersehen. Durch einen unglücklichen Zufall brach in der grössten Höhe der Schlüssel zum Aufziehen des Laufwerkes am Aspirations-Psychrometer, sodass während des ganzen Abstieges keine Beobachtungen ausgeführt werden konnten.

An dem mitgeführten Quecksilberbarometer, einem Gefässbarometer mit reducirter Scala, wurden so oft als thunlich Ablesungen ausgeführt, sobald der Ballon keine oder nur ganz geringe Höhenänderungen ausführte, was an dem Barogramm erkannt werden konnte. Alle am Aneroidbarometer (Bohne N. 1753) erfolgten Beobachtungen wurden auf das Quecksilberbarometer reducirt. Die in der Tabelle auf S. 46 unter „Psychrometer“ angegebenen Beobachtungen weisen solche von zwei „feuchten“ und einem „trockenen“ Thermometer auf. Wie schon früher in dieser Zeitschrift auseinandergesetzt, erfordert die fortlaufende Beobachtung des Psychrometers zwei alternirend befeuchtete „feuchte“ Thermometer, da in Folge der erneuten Wasserbenetznng stets eine längere, in ihrer Dauer kaum sicher zu begrenzende Unterbrechung der Beobachtungen eintritt. Unser „Ballon-Aspirations-Psychrometer“ besitzt deshalb principiell zwei „feuchte“ Thermometer.

Die an erster Stelle wichtigen Beobachtungen der Lufttemperatur, welche wir auf Grund zahlreicher Untersuchungen als streng correcte ansehen dürfen, werden durch folgende Darstellung am übersichtlichsten wiedergegeben. Mit aufsteigendem Ballon nahm die Temperatur von —4° bis zur Höhe von 1600 m langsam, dann in derselben Schicht schnell zu und überschritt den Gefrierpunkt in 1700 m Höhe. Hierbei darf nicht unerwähnt bleiben, dass wegen mannichfacher, bei einer Nachtfahrt besonders schwierigen Montirungsarbeiten bis zur Höhe von 1500 m keine Beobachtungen ausgeführt werden konnten. Ueber dieser bis zur Höhe von fast 3000 m reichenden Region der Temperatur-Umkehrung trat nun eine zuerst langsame, allmählich stärker werdende Temperatur-Abnahme ein, welche in der Höhe von 5560 m zu dem niedrigsten beobachteten Werthe von —24,4° führte.

Fig. 14.



Die punktirte Curve des Abstiegs in Fig. 14 hat, da keine Abstieg-Beobachtungen angestellt wurden, keinerlei Bedeutung.

In den Rubriken: „Dampfspannung, Relative Feuchtigkeit und Haarhygrometer" ist Folgendes bemerkenswerth. Von 80% relativer Feuchtigkeit und 2,69 mm Dampfspannung sinken die entsprechenden Werthe bis zur Höhe von 1500 m ausserordentlich schnell, sodass die erstere nur noch 1%, die letztere 0,03 mm beträgt. Wenn man auch die Möglichkeit zugeben muss, dass die von Sprung empirisch ermittelte Formel für das Aspirations-Psychrometer

$$f = f' - \tfrac{1}{2}(t - t')\,\frac{b}{755}$$

für sehr niedrige Temperaturen und grössere Höhen nicht streng gelten könnte, so ist doch unter allen Umständen eine ganz ausserordentliche Trockenheit dieser Luftschichten als sicher nachgewiesen anzusehen. Es ist zudem bemerkenswerth, dass eine Berücksichtigung des von Nils Ekholm nachgewiesenen abweichenden Verhaltens des „Eisdampfes" eine Vergrösserung der psychrometrischen Differenz und demnach eine noch weitere Verringerung der Feuchtigkeitsbestimmungen hervorrufen würde. Bei der Bewerthung dieser für die Erdoberfläche gänzlich unerhörten Trockenheit, welche überhaupt zuerst in unserer Ballonfahrt vom 13. März 1891 beobachtet worden ist, muss man sich daran erinnern, dass dieselbe während der Nachtzeit und in einem der feuchtesten Monate, dem November, ermittelt wurde. Die ausserordentlich geringe relative Feuchtigkeit, welche sogar mehrmals bis auf 0% herabsank, wurde nun bis zur Höhe von 1700 m, d. h. genau bis zur Grenze der Temperaturzunahme mit der Höhe beobachtet. Sobald diese Grenze überschritten war, sprang dieselbe auf 40% und mehr, wo sie mit geringen Schwankungen bis zur Maximalhöhe verblieb. Die Werthe des Haarhygrometers stimmen mit denen des Psychrometers nicht überall überein: dieses Instrument, welches am Aspirationspsychrometer angebracht ist, hat überhaupt nur den Zweck, im Falle von ausserordentlichen Störungen des Psychrometers als grober Aushülfe-Apparat zu dienen. Man ersieht aus den mitunter sehr beträchtlichen Differenzen gegen das letztere, wie wenig verlässlich seine Werthe im allgemeinen sind.

In der Spalte „Schwarzkugelthermometer", „Stand", „Aktinometrische Differenz" und „Sonne" sind die Verhältnisse der Wärmestrahlung wiedergegeben. So lange sich die Sonne unter dem Horizont befindet, liegt die vom Schwarzkugelthermometer angegebene Temperatur 2 bis 3° unter

der Lufttemperatur, die „aktinometrische Differenz", d. h. die Differenz zwischen den Schwarzkugelthermometer und der Lufttemperatur, ist demnach negativ. Dass die Wärme-Ausstrahlung, welche hierdurch ihren Ausdruck findet, bei der gleichzeitig herschenden ausserordentlichen Trockenheit und Reinheit der Luft nur in so geringfügigem Betrage zur Wahrnehmung kommt, liegt, was nicht ausser Acht gelassen werden darf, vornehmlich darin, dass die Glasumhüllung des Schwarzkugelthermometers für die „dunkle" Wärmestrahlung, wie bekannt, sehr viel weniger durchgängig ist, wie für „leuchtende Strahlung". Sobald die Sonne aufgeht, wird die aktinometrische Differenz schnell positiv und erreicht in der grössten Ballonhöhe den Werth von 33.9°. Dieser Betrag ist keineswegs als ein grosser anzusehen, da man nicht selten in erheblich geringeren Höhen schon aktinometrische Differenzen von 50—60° beobachtet hat. Man darf eben nicht ausser Acht lassen, dass das Schwarzkugelthermometer nicht als ein „selbständiges Instrument" betrachtet werden darf, dessen Angaben Vergleichungen mit anderen gleichartigen Instrumenten vertragen. Es ist vielmehr bekannt, dass diese Instrnmente beträchtliche Verschiedenheiten in der Wärme-Durchlässigkeit der umschliessenden Glashülle, veranlasst durch ungleiche Dicke und Reinheit des Glases, ferner in dem Grade der Luftverdünnung im Vacuum, sowie der Beschaffenheit des Russüberzuges des Thermometergefässes aufweisen, welche ihre Vergleichbarkeit in hohem Masse beeinflussen. Obwohl wir aus diesem Grunde bei unseren Ballonfahrten stets nur zwei wiederholt mit einander verglichene Schwarzkugelthermometer in Verwendung genommen haben, so lässt sich doch nicht die Möglichkeit verkennen, dass auch diese im Laufe der Zeit Aenderungen erlitten haben; man darf deshalb alle derartigen Beobachtungen nur als relative ansehen. Leider giebt es zur Zeit kein Instrument in handlicher Form, welches gestattet, die Sonnenstrahlungs-Intensität sicher zu messen. Die fortlaufende Beobachtung dieses meteorologischen Factors hat im Ballon auch deshalb noch ihre grossen Schwierigkeiten, weil die stets vorkommenden Axendrehungen des Ballons das Instrument leicht in den Schatten der Insassen oder anderer Apparate bringen können. Es erfordert deshalb grosse Aufmerksamkeit des Beobachters, um derartige irrthümliche Ablesungen auszuschliessen und um, nachdem das Instrument wieder besonnt ist, was gelegentlich durch „Umhängen" desselben bewirkt werden muss, die erforderliche Zeit verstreichen zu lassen, bis dessen Stand wieder stationär geworden ist. In der Rubrik „Sonne" ist durch das Sonnenzeichen ⊙ mit dem Exponenten 0, 1 und 2 angegeben, ob die Sonne schwach, durch dichtere Wolken verschleiert (0), oder ziemlich deutlich durch dünnere Wolken hindurch (1) sichtbar war, oder ob sie gänzlich unverhüllt am Himmel stand (2); war die Sonne gar nicht sichtbar, so wurde das Sonnenzeichen ⊙ überhaupt fortgelassen.

Die Notirungen über die „Bewölkung“ sind in zwei Theile zerlegt worden, welche Grad, Form und Dichte der Wolken (letzteres durch die Exponenten 0, 1, 2) sowohl oberhalb als auch unterhalb des Ballons umfassen. Man erkennt aus der Tabelle auf p. 47, dass beim Aufstiege ein ganz leichter Schleier den sternklaren Himmel überdeckte, welcher mit höher kommender Sonne über dem Ballon die Form von cirrus, cirrostratus und altostratus annahm, unter demselben aber als ein schwacher Dunst und Nebel erschien, in welchem sich nach Sonnen-Aufgang leichte Wölkchen in zunehmender Anzahl erkennen liessen. Die oberen Wolken, welche in einer Höhe von 3500 m als „falsche cirri“ bezeichnet wurden, müssen in Höhen von 5—6000 m geschwebt haben, da sie dem Beobachter in der Höhe von 4500 m den Eindruck hervorriefen, als seien sie nahe über dem Ballon.

Die Rubrik „Ort des Ballons, Bemerkungen“ giebt verschiedenartige Aufzeichnungen des Beobachters wieder, welche in der einen oder anderen Richtung von Interesse sind. Bei schwachem SE bis ESE-Winde zieht der Ballon von seinem Auffahrtsorte Schöneberg aus, welcher im Südwesten von Berlin liegt, in den tieferen Schichten westlich von Berlin vorbei und schwenkt in 1500 m Höhe nach rechts um etwa 22° ab, sodass die in NNE, 30 km von Berlin entfernt gelegenen Stadt Oranienburg in 1700 m Höhe überflogen wird. Die Geschwindigkeit ist eine ausserordentlich geringe, etwa 2,5 m p. sec. betragend; auch in grösseren Höhen bis zu 5000 m blieb dieselbe verhältnissmässig klein, etwa 4,5 m p. sec., erst oberhalb dieser Schicht trat eine beträchtliche Zunahme ein, welche bis auf etwa 10 m p. sec. ohne eine wesentliche Aenderung in der Windrichtung anwuchs. Aus den Schlussangaben indess, dass bei der Landung ein frischer böiger Südost geherrscht habe, welcher zu einer flotten Schleiffahrt über 6—800 m Veranlassung gab, muss man entnehmen, dass eine allgemeine Zunahme der Windstärke bis zur Erdoberfläche herab eingetreten war und dass in den tieferen Schichten, wie das gewöhnlich der Fall ist, der Wind eine Abweichung nach links gegenüber der oberen Richtung gehabt hat.

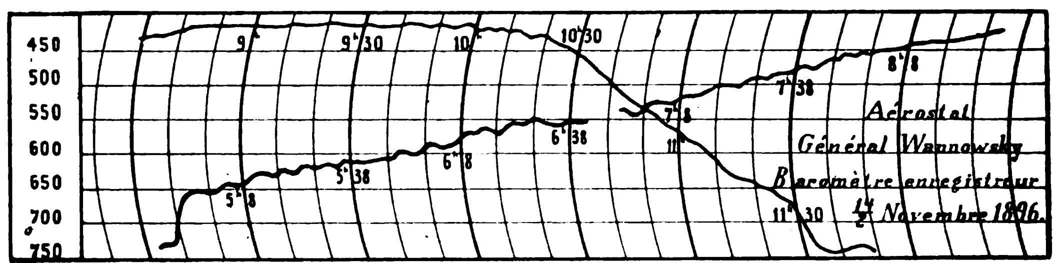
b) Beobachtungen im Ballon „General Wannowsky.“

Ueber die in diesem Ballon angestellten Beobachtungen können wir uns wesentlich kürzer fassen. Wie schon auf p. 42 erwähnt, war die instrumentelle Ausrüstung wegen der Kürze der verfügbaren Frist eine unvollständige, die ermittelten Werthe sind deshalb nur innerhalb weiter Grenzen mit denen vergleichbar, welche mittels einwurfsfreier Methoden gewonnen würden, also bei den von Berlin und München aus unternommenen Auffahrten.

Umstehendes Barogramm (Fig. 15) zeigt die Flugbahn des Ballons: 19 Minuten nach der Auffahrt wurde die Höhe von 1100 m gewonnen,

d. h. mit durchschnittlich nur 1 m p. sec. Aufstiegs-Geschwindigkeit; nun stieg der Ballon ausserordentlich langsam und gleichmässig weiter, sodass

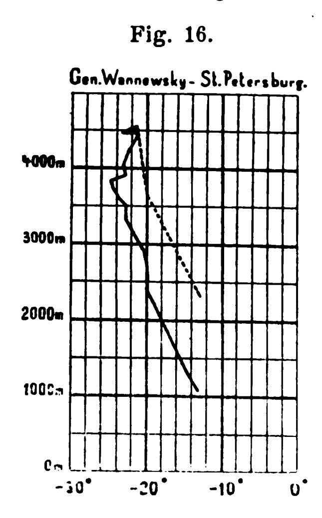
Fig. 15.



St. Petersburg 14. XI. 1896. Ballon „General Wannowsky". Barogramm.

er bei Sonnenaufgang um 7^h 48^m erst eine Höhe von 3500 und um 9^h 50^m seine grösste Höhe mit 4600 m erreicht. Der Abstieg ging gleichfalls sehr langsam, d. h. mit einer mittleren Geschwindigkeit von 0,8 m p. sec. vor sich.

Fig. 16.



Die durch ein Quecksilberbarometer, ein Aneroidbarometer und einen Barographen Richard ermittelten Luftdruckwerthe differiren vielfach ganz beträchlich, z. B. bis zu 22 mm von einander, sodass es schwer fällt, den wahrscheinlichsten Betrag zu finden. Wir mussten uns deshalb ohne weitere Kritik der von Petersburger Meteorologen selbst berechneten Werthe bedienen. Die Temperaturbestimmungen sind ebenfalls sehr schwierig zu behandeln, indem das benutzte Schleuderpsychrometer ohne allen Strahlungsschutz abgelesen wurde; dazu kam noch, dass die elektrische Glühlampe versagte. So schreibt Herr Oberst Pomortzeff, dass „bis Tagesanbruch, d. h. bis zu einer Höhe von nahe an 3500 m keine Beobachtungen gemacht werden konnten!" Trotzdem aber sind aus der Zeit vorher 10 Thermometer-Ablesungen mitgetheilt worden, über deren Herkunft der Verfasser ohne jede Nachricht ist. Desgleichen lässt sich nicht erkennen, woher die am Quecksilberthermometer abgelesenen 9 Werthe von 6^h 35^m bis 7^h 50^m stammen, wenn die Scala dieses Instrumentes nur bis -15^0 reichte! Um die entsprechenden Werthe des Quecksilberthermometers einigermassen richtig zu erhalten, wurden die Differenzen desselben gegen das von 7^h 7^m bis 7^h 48^m gleichzeitig abgelesene Alkoholthermometer an die nachfolgenden Stände des letzteren angebracht, wonach sich als niedrigste Temperatur $-24{,}8^0$ in 3610 m Höhe ergab, während in der grössten Höhe von 4600 m nur etwa -20^0 beobachtet wurden. Aus der Thatsache, dass die Temperatur-Zunahme mit wachsender Höhe nicht lange nach dem Sonnenaufgange ein-

tritt, sowie daraus, dass die Abstiegtemperaturen in den gleichen Höhen bedeutend wärmer sind als die des Aufstieges, muss man schliessen, dass der Einfluss der Sonnenstrahlung keineswegs ausgeschlossen gewesen ist.

Aus dem Diagramm Fig. 16. ersieht man die näheren Einzelheiten des Temperaturganges mit der Höhe. Die Temperatur an der Erdoberfläche zur Zeit des Aufstieges, welche in den übermittelten Beobachtungen nicht angegeben ist, dürfte nach der Wetterkarte —10° betragen haben. Dieselbe nahm daher in den untersten 1000 m äusserst langsam, etwa um 0,25° auf 100 m ab, bis zur Höhe von 2000 m etwas schneller, d. h. um etwa 0,55°, worauf eine 350 m mächtige unverändert — 20° temperirte Luftschicht folgte. Raschere Temperatur-Abnahme von etwa 0,7° auf 100 m Erhebung folgte darauf bis zur Höhe von 3600 m; von 8 Uhr an dürfte die Sonnenstrahlung die Thermometerstände beeinflusst haben, worauf, wie schon erwähnt, die bedeutend höheren Werthe der Abstiegsbeobachtungen hinweisen.

Aus den in der Tabelle auf p. 48 noch angegebenen Beobachtungen der relativen Feuchtigkeit geht zunächst hervor, dass dieselben in den ersten 1000 m von etwa 95% (der Wetterkarte entnommen) auf 70% und bis zu 2000 m auf etwa 40% abgenommen und nun bis zur Maximalhöhe (4600 m) etwa 30 bis 35% betragen hat. Nach Aufgang der Sonne und beim Abstiege ändern sich die Verhältnisse nur ganz unbedeutend, indem 27% als niedrigster Werth in 4320 m, 28% in 1680 m abgelesen wurde. Man muss, ein richtiges Functioniren des Haarhygrometers vorausgesetzt, deshalb annehmen, dass die tieferen Luftschichten, wie dies an heiteren Tagen stets erfolgt, im Laufe des Vormittages trockener geworden sind. Die Angaben des Hygrographen, vermuthlich Richard'scher Construction, erscheinen nichts weniger als zuverlässlich: dem Werthe von 30% des Haarhygrometers entsprechen am Hygrographen solche von 21, 16 und 13%; man thut deshalb wohl, diese Registrirungen ausser Betracht zu lassen.

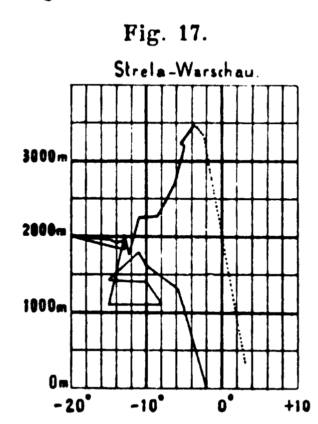
Beobachtungen über Bewölkung, Windrichtung und -Stärke scheinen nicht angestellt worden zu sein, man muss sich deshalb damit genügen lassen, dass der am Erdboden nordwestliche Wind mit der Höhe ebenfalls nach rechts abwich, sodass der Ballon ungefähr der Eisenbahnlinie Petersburg-Warschau bis in die Nähe des 220 km entfernten Pskow, wo bei Novosselye gelandet wurde, folgte, also mit NNE-Wind geführt wurde. Die mittlere Geschwindigkeit betrug 9,1 m p. sec.

c) Beobachtungen im Ballon „Strela".

Im Ballon „Strela" („Pfeil"), welcher in Warschau aufgestiegen war, wurde ausschliesslich der Luftdruck und die Temperatur beobachtet, obwohl das mitgeführte Schleuder-Psychrometer auch die Ermittelung der Feuchtigkeit gestattet hätte. Der Ballon stieg ziemlich schnell in 10 Minuten auf 1200 m (2 m p. sec.), blieb in dieser Höhe fast 2 Stunden lang,

stieg dann auf 1900 m und nach Sonnenaufgang bis 3400; der Abstieg erfolgte ziemlich schnell bei Brzozow in Galizien.

Fig. 17.

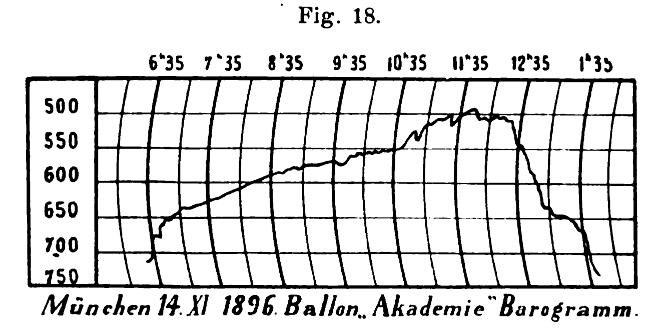


Das Diagramm (Fig. 17.) zeigt deutlich genug die Unzuverlässigkeit der Temperatur-Beobachtungen, welche an einem Schleuderthermometer, welches nicht geschleudert, sondern am Ballonring hängend beobachtet wurde, angestellt worden sind. Man kann aus denselben höchstens entnehmen, dass die Temperatur bis 1300 m Höhe langsam, dann aber erheblich schneller abgenommen und in etwa 1600 m Höhe eine Temperatur von -15^0 geherrscht hat. Als Beispiel für die Unsicherheit der einzelnen Beobachtungen diene nur der Hinweis, dass in derselben Höhe von 1100 m innerhalb 7 Minuten -8^0 und -15^0 abgelesen worden sind! Zwischen 1800 und 1900 m Höhe würde eine Stratuswolke passirt, in welcher der Ballon fast 2 Stunden lang verweilte; die Temperaturangaben schwanken hier in gleichen Höhen zwischen -20^0 und -11^0. Als „Strela“ endlich gegen 8 Uhr die Wolkenschicht durchbrochen hatte, war auch die Sonne aufgegangen und unter deren Einfluss steigt nun das Thermometer mit zunehmender Höhe in dem Masse, dass in der Maximalhöhe von 3360 m $-3{,}8^0$ abgelesen wird. Der Nachweis einer, wie wir später sehen werden, gerade in diesem Falle ganz besonders interessanten warmen Luftschicht in grösseren Höhen ist so leider durch die Fehler der Beobachtungs-Methode verschleiert worden! Der am Erdboden wehende schwache Westwind drehte schon in geringer Höhe nach NNW und behielt diese Richtung während der ganzen Fahrt, an Stärke beträchtlich zunehmend, bei.

d) Beobachtungen im Ballon „Akademie“.

Der Ballon „Akademie“ konnte mangels elektrischer Lampen erst um $6^h\ 34^m$ in München aufsteigen. Aus dem Barogramm (Fig. 18) ersieht man, dass derselbe gleichmässig und langsam an Höhe gewann, seine Maximalhöhe von 3300 gegen Mittag erreichte und dann einen langsamen, in 1500 m Höhe wahrscheinlich willkürlich unterbrochenen Abstieg ausführte.

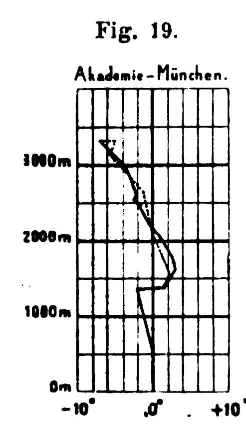
Fig. 18.



München 14. XI 1896. Ballon „Akademie“ Barogramm.

Die Temperaturmessungen erfolgten, wie wir schon oben erwähnt haben, mit einem Aspirations-Instrumente, welches an Stelle eines Laufwerkes ein Handgebläse znr Erzeugung des Aspirations-Luftstromes besitzt. Unter der Voraussetzung, dass dieses Gebläse stets sachgemäss bedient wird, sind die Beobachtungen mit diesem Apparate als durchaus gleichwerthig mit dem eigentlichen Assmann'schen Aspirations-Psychrometer anzusehen. Dies ersieht man schon mit einem Blick aus dem Diagramme (Fig. 19), bei welchem das enge Zusammenfallen der Auf- und Abstiegs-Temperaturen sofort auffällt. Zugleich aber erkennt man den geringfügigen Einfluss der Tageszeit auf die Lufttemperatur höherer Schichten: die Gefriertemperatur wird beim Aufstieg um $8^1/_2$ a. m. in 2100 m und beim Abstieg um 12^h 52^m p. m. in 2155 m Höhe gefunden, beim Aufstieg herrscht um 7^h 4^m a. m. in 1365 m Höhe die Temperatur von + 1,5°, um 1^h 15^m p. m. bei 1375 m + 1,7°, ja in 1315 m Höhe um 7^h 0^m a. m. und 1^h 30^m p. m. wurde beim Auf- und Abstieg — 2,0° beobachtet! Die verticale Temperaturvertheilung ist eine derartige, dass zwischen der Erdoberfläche (für München 520 m Meereshöhe) und 1300 m eine sehr geringfügige Temperatur-Abnahme (0,25° pro 100 m), darüber aber eine äusserst intensive Temperatur-Zunahme vorhanden ist, welche in 1650 m Höhe bis zu + 2,7° reicht und erst in 2600 m Höhe wieder einer deutlichen Temperatur-Abnahme Platz macht, deren Betrag in der grössten Höhe am grössten ist: zwischen 3000 und 3300 m 0,93° auf 100 m!

Fig. 19.



Leider gestatten die Beobachtungen der Feuchtigkeitsverhältnisse keine strenge Vergleichung mit der mittels des Aspirationspsychrometers im Ballon Bussard gewonnenen Werthen, da man in München insofern eine abweichende Methode anzuwenden beliebt, als man ausser dem Thermometergefässe auch noch den inneren Schutzcylinder des feuchten Thermometers bewickelt und befeuchtet. Ueber die Berechtigung zu diesem eigenthümlichen Verfahren soll an anderer Stelle ausführlich discutirt werden. Trotzdem lassen die ermittelten Werthe, welche eben dieses Verfahrens wegen in der Tabelle auf p. 49 nicht mit abgedruckt sind, in den Schichten der Temperatur-Umkehrung ziemlich geringe relative Feuchtigkeit erkennen, welche bis unter 20% ja bis zu 16% herabgeht.

Die Flugbahn des Ballons war eine aussergewöhnliche, indem sie im Bogen von München nördlich von Salzburg vorbei mit West und Westnordwest führte, während der Unterwind aus Süd kam; bei dem Landen in der Nähe von Linz wurde der Unterwind als Südost gefunden. Der Himmel war in München bei dem Aufstieg verdeckt, doch scheint die obere Wolkenschicht nur bis 1350 m Höhe gereicht zu haben. Ueber derselben

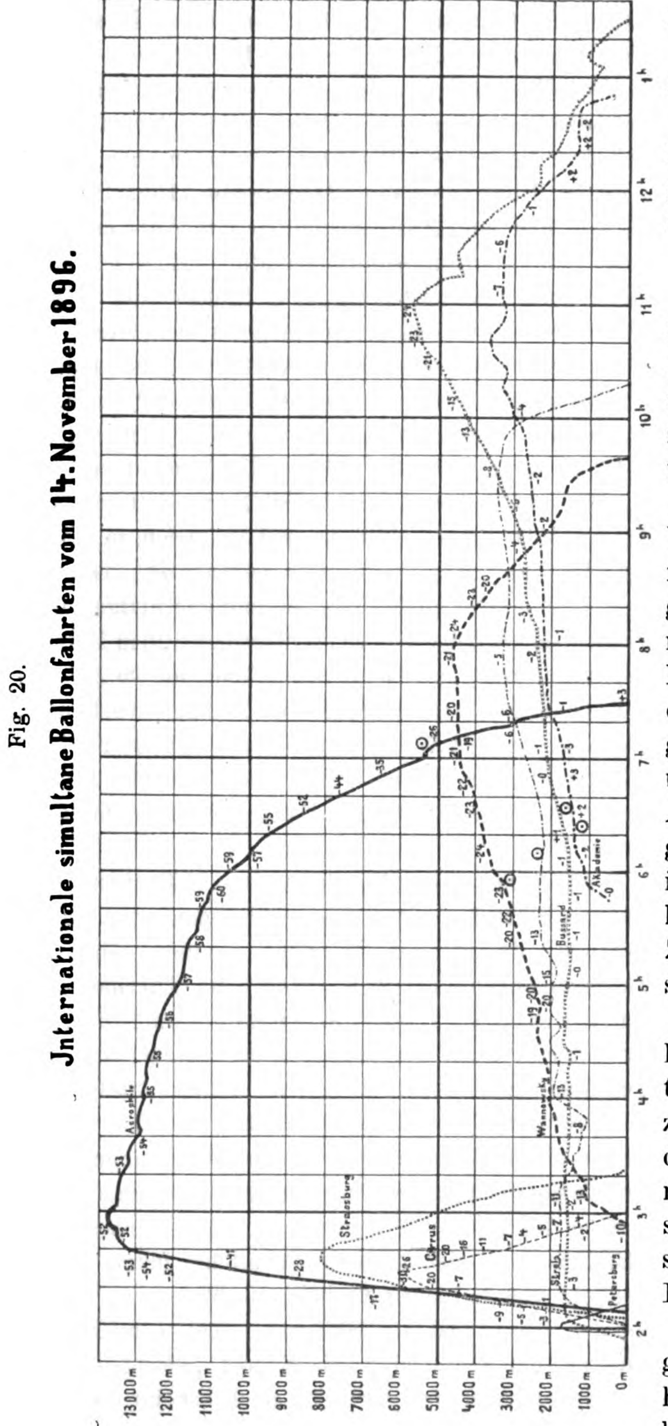


Fig. 20.

Internationale simultane Ballonfahrten vom 14. November 1896.

fiel die starke Temperaturzunahme und die prachtvolle Aussicht auf die Alpen auf; diese Durchsichtigkeit der Luft lässt ebenfalls auf geringe relative Feuchtigkeit schliessen.

Treten wir nunmehr, nachdem wir die Ergebnisse sämmtlicher 8 Auffahrten im Einzelnen discutirt und uns über deren allgemeine oder beschränktere Vergleichbarkeit unterrichtet haben, der eigentlichen Aufgabe simultaner wissenschaftlichen Ballonfahrten, der Ergründung der gleichzeitigen Zustände und Vorgänge in der Atmosphäre über einem grösseren Gebiete und in verschiedenen Höhen, näher. Zu diesem Zwecke ist es wünschenswerth, sich ein möglichst übersichtliches Bild über die thatsächliche Gleichzeitigkeit sowie über die von den verschiedenen Ballons durchmessenen Luftschichten zu schaffen. Hierzu möge Figur 20 dienen.

Nach Pariser Zeit geordnet finden sich hier sämmtliche Flugbahnen ohne Berück-

sichtigung der Geschwindigkeit und Richtung des Fluges zusammengestellt; man kann so leicht erkennen, in welchen Höhen gleichzeitig über Europa Ballons schwebten: so befand sich beispielsweise um 2^h 40^m der „Bussard" in etwa 1600 m, „Strela" in 1800, „Cirrus" in 3300, „Strassburg" in 8000 und „l'Aérophile" in 13200 m Höhe; um 6^h 0^m „Akademie" in 1200, „Bussard" in 1500, „Strela" in 2300, „General Wannowsky" in 3500 und „l'Aérophile" in 10500 m Höhe; um 9^h 0^m kreuzen sich 4 Ballonbahnen in nahezu gleichen Höhen: „Wannowsky" befindet sich auf dem Abstiege in 2200, „Akademie" im Aufsteigen bei 2400, „Bussard" desgleichen bei 2800 und „Strela" bei 3200 m; um 11^h 0^m fliegen nur noch „Akademie" und „Bussard", ersterer in 3200, letzterer in 5800 m Höhe. Aber auch in anderen Beziehungen giebt das Kärtchen interessante Aufschlüsse; die Höhe von 1000 m wurde von sämmtlichen Ballons zweimal, also 16 mal geschnitten, 2000 und 3000 m je 14 mal, 4000 m 10 mal, 5000 m 8 mal, 6000 bis 8000 m 4 mal, darüber liegende Höhen indess nur je 2 mal. Die Hinzufügung der hauptsächlichsten Temperaturwerthe ermöglicht Vergleichungen in verticaler und horizontaler Beziehung[1]; das Zeichen ⨀ lässt die Zeit des Sonnen-Aufganges erkennen. Zur eingehenderen Betrachtung der verticalen Temperaturvertheilung über Centraleuropa mag noch folgende Zusammenstellung der entsprechenden Beobachtungen und Registrirungen nach Höhenstufen von je 200 m Mächtigkeit geordnet, dienen.

Temperaturen nach Höhenstufen.

Höhen in m	Aérophile III. Aufstieg	Aérophile III. Abstieg	Strassburg	Cirrus Aufstieg	Cirrus Abstieg	Bussard vor Sonnenaufgang	Bussard nach Sonnenaufgang	Strela vor Sonnenaufgang	Strela nach Sonnenaufgang	Wannowsky vor Sonnenaufgang	Wannowsky nach Sonnenaufgang	Akademie nach Sonnenaufgang
0— 200	+ 5.0	+ 8.0	+ 2.0	— 2.7		— 4.2		— 2.0		—10.0		
200— 400	+ 4.5	+ 2.0	+ 1.0	— 8.8								
400— 600	+ 4.0	+ 2.2	0.0	— 4.5								0.0
600— 800	+ 8.5	+ 0.8	— 1.6	— 5.0								—2.0
800— 1000	+ 8.0	0.0	— 2.0	— 5.7								
1000— 1200	+ 2.5	— 0.8	— 1.8	— 6.2	— 2.0			— 8.0 —14.5		—13.0		
1200— 1400	+ 2.3	— 1.5	— 1.6	— 6.4	— 3.5			— 5.8		—14.5		+1.5 (+1.7)
1400— 1600	+ 2.0	— 2.0	— 1.5	— 6.7	— 4.5	— 0.8 — 2.9		—11.0		[—15.4]		+1.9 (+2.3)
1600— 1800	+ 1.8	— 2.8	— 1.2	— 6.0	— 6.0	+ 0.6 — 2.0 — 0.3		—14.0				+2.7
1800— 2000	+ 1.5	— 8.5	— 1.0	— 4.3	— 6.5			—13.0				
2000— 2200	+ 1.3	— 4.0	— 1.0	— 3.5	— 6.0		— 0.2 — 0.7					+ 0.5 (0.0)
2200— 2400	0.0	— 4.5	— 3.2	— 4.0	— 5.2		— 0.9 — 1.6		— 8.5	—19	—18	—0.6
2400— 2600	— 0.5	— 5.5	— 4.4	— 4.5	— 3.5					—20		—2.0
2600— 2800	— 1.5	— 6.0	— 5.0	— 5.3	— 4.1		— 2.9		— 6.2	—20		(—1.2)
2800— 3000	— 2.0	— 8.0	— 6.0	— 6.5	— 5.8		— 3.9			—20,5		—3.7 (—5.7)

[1] Versehentlich steht bei der Flugbahn des Ballons „Akademie" um 7^h 8^m ein falsches Vorzeichen: statt -3^0 müsste es heissen $+3^0$.

Höhen in m	Aérophile III. Aufstieg	Aérophile III. Abstieg	Strassburg	Cirrus Aufstieg	Cirrus Abstieg	Bussard vor Sonnenaufgang	Bussard nach Sonnenaufgang	Strela vor Sonnenaufgang	Strela nach Sonnenaufgang	Wannowsky vor Sonnenaufgang	Wannowsky nach Sonnenaufgang	Akademie nach Sonnenaufgang
3000— 3200	— 3.0	—10.0	— 6,5	— 7.5	— 6.6		— 6.1		— 5.4	—21.5		
3200— 3400	— 3.5	—12.5	— 7,6	— 9.0	— 8 5				— 4.4	—22.8		— 6.5
3400— 3600	— 4 0	—13.0	— 8.2	—10.0	—10.0		— 7.6		— 3.8	—22.8		
3600— 3800	— 4.5	—14.3	— 9.0	—11-5	—11.5					—25.0	—20	
3800— 4000	— 5.8	—15.5	— 9 6	—12.3	—12.2		—10.2				—22.8	
4000— 4200	— 6.5	—16.3	—10.7	—13.0	—14.3						—23.0	
4200— 4400	— 7.0	—17.0	—11.5	—14.0	—16.1		—12.8				—22.3	
4400— 4600	— 8.0	—18.0	—14.0	—15.8	—17.5		—15.4				—21.3	
4600— 4800	— 9.0	—19.0	—17.0	—16.8	—19.9						—21.5	
4800— 5000	— 9.5	—21.0	—20.0	—18.6	—20.6		—16.7					
5000— 5200	—10.0	—23.0	—22.3	—20.2	—21.8							
5200— 5400	—11.0	—26.0	—25.0	—22.0	—23.3		—21.4					
5400— 5600	—11.8	—26.8	—26.3	—22.7	—24 0		—23 3					
5600— 5800	—12.7	—27.8	—28.0	—23.5 —24.7	—24.3		—24.4					
5800— 6000	—13.5	—29.0	—30.0	—26.0								
6000— 6200	—14.0	—30.0										
6200— 6400												
6400— 6600	—15.7	—33.0										
6600— 6800												
6800— 7000	—17.5	—37.5										
7000— 7200		—40.0										
7200— 7400	—20.5	—41.0										
7400— 7600	—21.0	—43.5										
7600— 7800												
7800— 8000	—23.6	—46.0										
8000— 8200	—24.0	—48.0										
8200— 8400												
8400— 8600	—27.0	—52.0										
8600— 8800	—28.0	—53.0										
8800— 9000	—29.5	—54.0										
9000— 9200	—31.0	—54.4										
9200— 9400	—32.0	—55.0										
9400— 9600	—34.0	—56.0										
9600— 9800	—36.0	—56.5										
9800—10000	—37.5	—57,0										
10000—10200	—38.0	—58.0										
10200—10400	—39.5	—59.0										
10400—10600	—41.0	—59.3										
10600—10800	—42.5	—59.5										
10800—11000	—44.0	—59.7										
11000—11200	—45.0	—59.5										
11200—11400	—46.5	—59.0										
11400—11600	—48.0	—58.0										
11600—11800	—49.5	—57.5										
11800—12000	—51.3	—57.3										
12000—12200	—52.0	—57.0										
12200—12400	—53.0	—56 0										
12400—12600	—53.7	—55.5										
12600—12800	—54.0	—55.0										
12800—13000	—53.7	—54.0										
13000—13200	—53.3	—53.5										
13200—13400	—53.0	—53.0										
13400—13600	—52.5	—52 5										
13600—13800	—52.0	—52.0										

In vorstehender Tabelle [1]) wurden für die Registrirballons die Aufstiegstemperaturen von denen des Abstiegs principiell gesondert; von dem Strassburger Ballon wurden keine Abstiegswerthe registrirt. Es genügt, hier nur noch einmal kurz auf die grossen Instrumentalfehler hinzuweisen, welche den Registrirungen des „l'Aérophile" einen grossen Theil ihrer Verwendbarkeit rauben; man betrachte nur die Werthe der Höhen zwischen 8 und 9000 m, wo diese um 24 bis 25° von einander abweichen, um dieses nur höchst ungern abgegebene Urtheil gerechtfertigt zu finden! Für die bemannten Ballons, bei welcher die Verticalbewegungen naturgemäss erheblich langsamer stattfinden, erschien es vortheilhafter, die vor und nach Sonnenaufgang erhaltenen Ablesungen von einander zu trennen, zumal diese Ballons sämmtlich noch längere Zeit nach Sonnenaufgang in der Luft waren. Man wird so leicht die Unzuverlässigkeit derjenigen Beobachtungen erkennen, welche den nicht gegen die Sonnenstrahlung geschützten Thermometern anhaften. Auch hier bedauern wir lebhaft, ein ungünstiges Urtheil über die in Russland ausgeführten Experimente aussprechen zu müssen, was um so mehr zu beklagen ist, als man in St. Petersburg seit Jahren das Ballon-Aspirations-Psychrometer für wissenschaftliche Ballonfahrten benutzt — man kann nur annehmen, dass die überaus kurze Vorbereitungsfrist hierfür verantwortlich ist. Es lässt sich nicht verkennen, dass die vom „l'Aérophile" beim Abstieg registrirten Werthe mit denen des „Strassburg" beim Aufstieg besonders in den grösseren Höhen verhältnissmässig gut übereinstimmen, sodass man dem sonst wohl naheliegenden Ausgleichsverfahren, aus den Auf- und Abstiegstemperaturen des ersteren Mittelwerthe zu bilden, und diese als angenähert richtige auzusehen, nicht wohl zuzustimmen vermag. Man wird deshalb nicht umhin können, den Abstiegstemperaturen des „l'Aérophile" ein etwas grösseres Gewicht beizulegen, als denen des Aufstieges.

Greifen wir aus der Tabelle einige Beispiele heraus, so fällt uns folgendes auf:

Zwischen 1400 — 1600 m Höhe giebt „l'Aérophile" + 2.0° und — 2.0° „Strassburg" — 1,5°, „Cirrus" — 6,7° und — 4,5°, „Bussard" schwankende Werthe zwischen — 2,9° und — 0.8°, „Strela" — 11.0°, „Wannowsky" (nach dem Diagramm auf p. 122 interpolirt) etwa — 10.4°, „Akademie" + 1,9 bis + 2,3°. Hier ist zunächst die Frage zu entscheiden, wie weit diese Angaben als zuverlässig gelten dürfen.

Als unbedingt zuverlässig sind die Werthe des „Bussard" und „Akademie" anzusehen, die Angaben von „l'Aérophile" und „Strassburg" liegen nahe bei einander, können deshalb ebenfalls als angenähert richtig gelten; dagegen differirt „Cirrus" erheblich von „Bussard," was um so bemerkenswerther

---

[1]) Werthe, welche durch graphische Interpolation gewonnen worden sind, stehen in eckigen Klammern [ ].

ist, als beider Flugbahnen nahe bei einander lagen. Die Schwierigkeit erklärt sich ungezwungen, wenn man Fig. 20 betrachtet: während „Cirrus“ mit verhältnissmässig grosser Geschwindigkeit sowohl auf- wie abwärts die fragliche Schicht von 14—1600 m durchschneidet, bleibt Bussard fast 4 Stunden lang in derselben Höhe und findet in dieser, ebenso wie dies „Akademie“ fand, eine verhältnissmässig dünne Schicht wärmerer Luft vor, deren Temperatur auf den Registrir-Apparat des „Cirrus“ nicht Zeit zur Einwirkung fand. Dasselbe könnte, wie man zugeben muss, auch für die noch erheblich schneller bewegten Apparate des „l'Aérophile“ und „Strassburg“ gelten; sowohl die verhältnissmässig langsame Temperatur-Abnahme bei dem ersteren, als auch die schwach angedeutete Temperatur-Umkehrung bei dem letzteren (s. Fig. 3 und 6) scheinen allerdings darauf hinzudeuten. Da „Strela“ wie „Wannowsky“ noch erheblich vor Sonnenaufgang in dieser Höhe sich befinden und auch längere Zeit hier verweilen, liegt kein Grund vor, die von denselben gelieferten Werthe weiter zu beanstanden, als dies oben wegen der nicht functionirenden Laterne des „Wannowsky“ geschehen ist. Der Einfluss der Tageszeit ist deshalb gering anzuschlagen, weil sämmtliche Beobachtungen entweder vor, oder nur ganz kurze Zeit nach Sonnenaufgang (München) gewonnen worden sind. Wir können demnach folgende Temperaturen für 14 - 1600 m Höhe als annähernd richtig annehmen:

über Nord-Frankreich	über dem Rheinthal	über Ostbayern	über Prov. Brandenburg	über Polen	über Ingermanland
0°	— 1°	+ 2°	— 2°	— 11°	— 15°

Ueber dem Westen Europas liegt relativ warme Luft, in Bayern herrscht ausgesprochene, über Brandenburg mässige Temperatur-Umkehrung, nach Osten und Nordosten zu aber ist es in gleicher Höhe ganz erheblich kälter. Dieses Beispiel legt den Gedanken nahe, einen Versuch zu unternehmen, um das vorliegende Material zur Construction von Isothermflächen für die verschiedenen Höhen zu benutzen. Bevor wir jedoch an diese Aufgabe herantreten, müssen wir uns mit der allgemeinen Witterungslage Europas, insonderheit mit der Temperaturvertheilung am Erdboden vertraut machen.

(Schluss folgt.)

Die neuesten Versuche und Projecte mit Flugmaschinen.

Von Lieutenant **A. Hildebrandt** in Strassburg i. E.

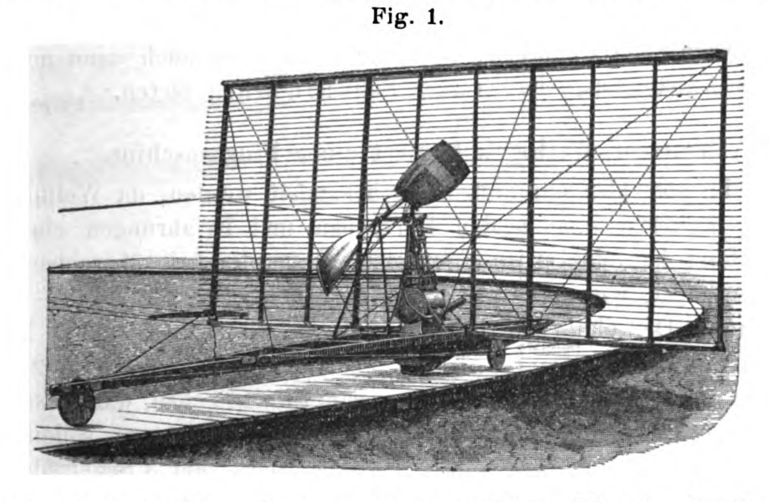
Wenn auch in dieser Zeitschrift mehrere der im folgenden aufgeführten Flugapparate bereits beschrieben sind, so dürfte es doch vielleicht nicht unangebracht sein, eine Zusammenstellung der neuesten Versuche bzw. Projecte zu bringen, die bislang noch nicht gegeben ist. Ist es doch auch der Zweck dieser Zeitschrift, auch denen zur Hülfe zu sein, welche nicht

über genügende Zeit verfügen, in Bibliotheken und Zeitschriften sich alles zusammensuchen zu können; auch die Wissenden werden nicht ungern eine Arbeit hinnehmen, welche ihnen auf zusammengedrängtem Raum die wichtigsten Daten und Ergebnisse bietet. Eine besondere Freude aber wird es mir gewähren, wenn hier sowohl mancher neue Freund der Luftschiffahrt, als auch manches alte Mitglied Neues findet; bin ich doch von den meisten der hierunter angeführten Constructeure persönlich informirt worden. Den betreffenden Herren aber möchte ich hiermit danken, dass sie mich ermächtigt haben, von ihren Mittheilungen für diese Arbeit uneingeschränkten Gebrauch zu machen.

Flugapparat von Philipps.

Dieser Apparat gleicht einem sehr grossen Jalousie-Rahmen mit offenen Holzrippen. Die Höhe des aus 50 solcher Flächen von 38 mm Breite und 5 cm Zwischenraum bestehenden Rahmens ist 2,85 m; die Breite 6,6 m. Die Gesammt-Tragefläche ist 12,24 qm. Von unten gesehen haben die Flächen eine concave Krümmung von 1,6 mm Tiefe; d. i. etwa $^1/_{24}$. Der

Fig. 1.



Rahmen ist befestigt auf einem Boot-ähnlichem Wagen, der im wesentlichen zusammengesetzt ist aus 2 gebogenen Planken. Die Länge desselben ist 7,5 m, die Breite 45 cm; er ist montirt auf 3 Rädern von 30 cm Durchmesser, deren 2 sich unter dem Rahmen, 1 hinten befindet. Dieses Fahrzeug trägt einen kleinen Kessel mit einer Verbundmaschine, welche Luftschraubenpropeller treibt, die 400 Umdrehungen in der Minute machen. Das Heizmaterial sind Walliser Kohlen. Das Gewicht des Wagens und der Räder ist 27 kg, der Maschine mit Wasser im Kessel und Feuer auf dem Rost 90 kg, der Jalousieflächen 31,5 kg. Das Gesammtgewicht beträgt also 148,5 kg. Diese Flugmaschine wurde einer Probe unterzogen zunächst auf einer kreisrunden Holzbahn von 185 m Länge. Die Ausdehnung des Apparates erwies sich als noch zu gering, als dass er einen

Mann zu tragen im Stande wäre. Die Führung auf der Holzbahn wurde dadurch erreicht, dass das Hinterrad so ausbalancirt wurde, dass es immer auf der Bahn bleiben musste; es führte somit die ganze Maschine.

Beim ersten Versuch wurde noch 32,4 kg todtes Gewicht hinzugefügt und dann die Maschine gegen den Wind in Bewegung gesetzt. In der Mitte des Kreises wurde sie festgehalten durch eine ziemlich complicirte Construction. Die Vorderräder erhoben sich in der Bewegung c. 66—90 cm über die Holzbahn. Hieraus ersieht man, dass die Maschine nicht nur ihr eigenes Gewicht, sondern auch das zugefügte todte Gewicht gehoben hat.

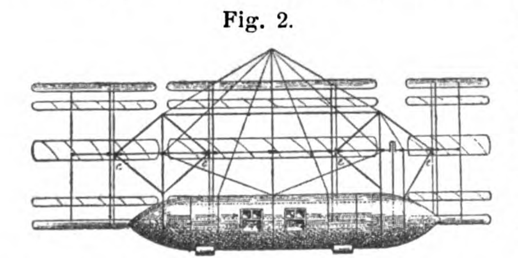
Wenn aber mit dieser eigenartigen Construction je Resultate erzielt werden sollen, so bedarf sie noch sehr vieler Aenderungen. Zunächst muss natürlich die Maschine im Stande sein, ein grösseres Gewicht, entsprechend demjenigen eines Menschen zu heben; also noch etwa 50 kg mehr. Ferner ist die ganze Schwerpunktslage eine sehr ungünstige. Es würde besser sein, wenn der Schwerpunkt in der Ebene der Tragflächen läge. Weiter wird die Anbringung der Steuerflächen eine sehr schwierige. Kurz die ganze Stabilität des Apparates ist jetzt absolut nicht gewährleistet. Vielleicht gelingt es Philipps, diese Idee noch so zu verbessern, dass diese Nachtheile wegfallen; auf jeden Fall wird auch dann noch der Anfang des Aufsteigens seine grossen Schwierigkeiten bieten.

Professor Wellner's Project einer Flugmaschine.

Dasselbe soll hier nur ganz kurz behandelt werden, da Wellner nunmehr nach weiteren eingehenden Versuchen und Erfahrungen ein neues Project verfasst hat, das er in Kürze der Oeffentlichkeit übergeben wird.

Der Apparat, wie er in der Figur gezeichnet ist, war für 4—8 Personen geplant. Der Cylinder, in dem sich die Passagiere und 3 Motore befinden sollen, hat noch 2 verticale Steuerflächen, die die seitliche Drehung erleichtern sollen. An jeder Seite sind 3 Segelräder von ca. 6,4 m Durchmesser und 20 m Länge. Drehen sich die vorderen Räder schneller, so steigt der Apparat und umgekehrt. Je nachdem die Räder rechts oder links sich etwas schneller bewegen, wird das Luftschiff seitwärts dirigirt. Die Räder haben je 4 Schaufeln, die mittels Excenters gegen den Horizont geneigt sind. Die Ausführung dieses Projects ist unterblieben, da die Versuche mit Segelrädern, die Wellner im grossen Stile angestellt hat, doch noch nicht den gewünschten Luftdruck zu erzeugen im Stande waren, derdazu gehört, dieses ganze Gewicht zu tragen. Es ist nur zu wünschen, dass es nunmehr Prof. Wellner gelungen sein möge, alle die Schwierigkeiten, die sich in den Weg gestellt hatten, zu beseitigen.

Fig. 2.



Maxims Flugmaschine.

Einer der grossartigsten und interessantesten Versuche mit Flugmaschinen ist entschieden der von Maxim. Schon die bedeutenden Herstellungskosten von 408000 Mk., lassen auf die sorgfältigste Ausführung schliessen, bei der übrigens auch Professor Langley mit seinem Rathe und Erfahrungen mitgewirkt hat.

Die Maschine ist im Ganzen ein grosser Drachenflieger, der aus einer grossen und mehreren rechts und links von derselben befindlichen kleineren

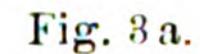


Fig. 3a.

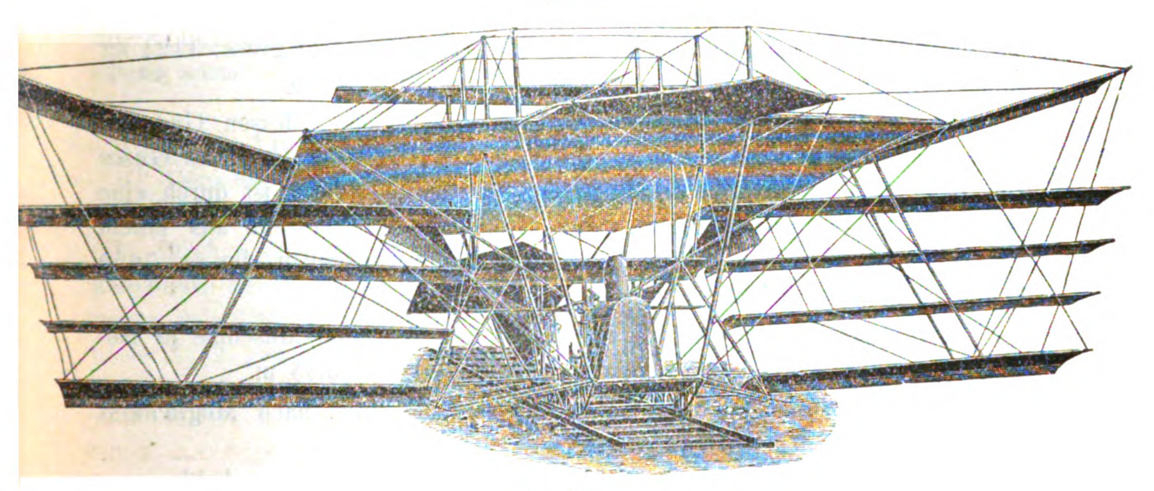
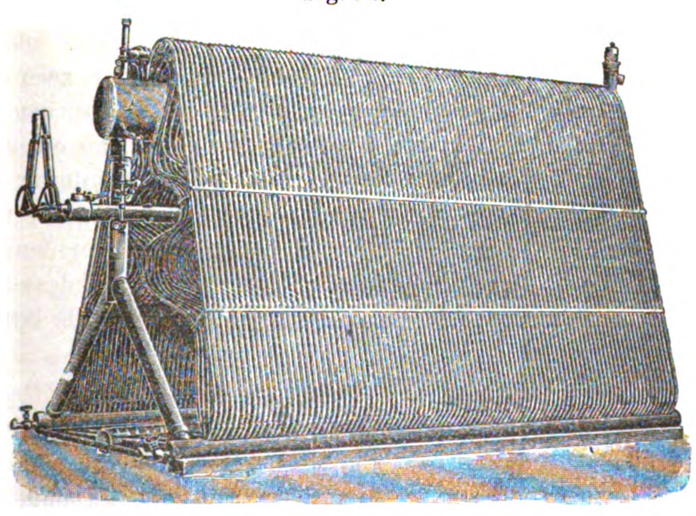


Fig. 3b.



Flächen aus Ballontuch besteht mit insgesammt 360 qm Rauminhalt. Durch ein reichliches Rahmwerk aus dünnen Stahlröhren, die sich kreuz und quer herumziehen, sind die Flächen mit einer Plattform verbunden von 2,4 m

Breite und 12 m Länge. Aluminium ist mit zur Verwendung gelangt. Auf der Plattform befindet sich noch der Kessel, die Dampfmaschine etc. und der Stand für die Insassen (3 Personen).

Die Construction des Kessels ist eine höchst eigenartige. Zwei untere etwas von einander entfernte Cylinder sind mit einem grösseren oberen durch eine grosse Anzahl gebogener Stahlröhren verbunden, zwischen denen eine zweite Verbindung ähnlicher Röhren sich befindet. Zwischen diesen Cylindern ist nun ein ununterbrochener lebhafter Kreislauf von Wasser und Dampf, da nur 20% Wasser in den gebogenen Stahlröhren verdampft, während der Rest unter dem hohen Druck dem Kessel wieder zugeführt wird. Der verbrauchte Dampf wird durch einen Oberflächen-Condensator mit Luftkühlung wieder verdichtet. Der Wasserverbrauch ist gross; 1124 kg sind erforderlich, um 100 HP eine Stunde lang zu erhalten.

Die Stelle des Feuerrosts vertritt ein Gasbrenner, dessen Gas aus Naphta in einem Gasgenerator gewonnen wird. Das Zuströmen des Gases zum Brenner sowohl als auch des Naphta für den Generator ist durch eine sinnreiche Vorrichtung geregelt. Der Brenner selbst besteht aus einem Cylinder, von dem viele kleine horizontale Röhren ausgehen, die ca. 7650 kleine Oeffnungen haben.

Die Schrauben, die durch eine horizontale Verbund-Maschine in Bewegung gesetzt werden, haben einen Durchmesser von 5,35 m.

Um die Einwirkung der Massen in der Maschine nach Möglichkeit aufzuheben, sind die Kurbeln unter 180° angeordnet.

Sämmtliche Stangen und Kurbelwellen der Maschine sind hohl.

Die Steuerung wird an beiden Cylindern durch einfache vollkommen entlastete Kolbenschieber bewirkt.

Die verticale Steuerung der Flugmaschine wird durch zwei horizontale Steuerflächen, eine vorn, eine hinten, bewerkstelligt. Zur seitlichen Steuerung sollen die Drachenflächen, die mit 7½° eingestellt sind, an einer Seite gehoben, an der andern gesenkt werden; durch die hierdurch erfolgende Schwerpunktsverlegung soll die Richtungsänderung bedingt werden. Die Maschine, deren Gesamtgewicht 3600 kg beträgt, lief bei dem Versuche mit 4 Rädern auf einem Schienengleise. Eine oberhalb desselben angebrachte Sicherheitsschiene sollte die Maschine verhindern, die Bahn zu verlassen.

Bei dem Versuche stieg der Dampfdruck bis auf 320 Pfd. pro □ Zoll = etwa 22 Atmosphären; die Maschine fuhr dabei an der oberen Schiene entlang frei erhoben vom Boden. Zunächst brach dann die Radachse und darauf die Sicherheitsschiene, so dass nach abgestelltem Dampf die ganze Maschine auf die daneben befindliche Wiese flog und durch den Aufprall zum Theil zertrümmert wurde. Das durch Dynamometer angezeigte gehobene Gewicht betrug 4500 kg.

Schuld an diesem Unglück sind verschiedene Umstände: Zunächst hätte Maxim mit kleineren Versuchen das Fahren und Steuern einer Flugmaschine lernen sollen. Die Launen des Windes machen doch entschieden das Fahren in der Luft unendlich viel schwieriger, als z. B. das Fahren auf einer Locomotive; und auch dieses will erst gründlich gelernt sein.

Ferner ist es ein grosser Mangel, dass das Steuer für die horizontale Richtung fehlt. Durch ein solches Steuer wird die Stabilität jedes Apparates bedeutend grösser; jedenfalls ist ein Steuer durch beständige Verlegung des Schwerpunktes eine sehr heikle und gefährliche Sache.

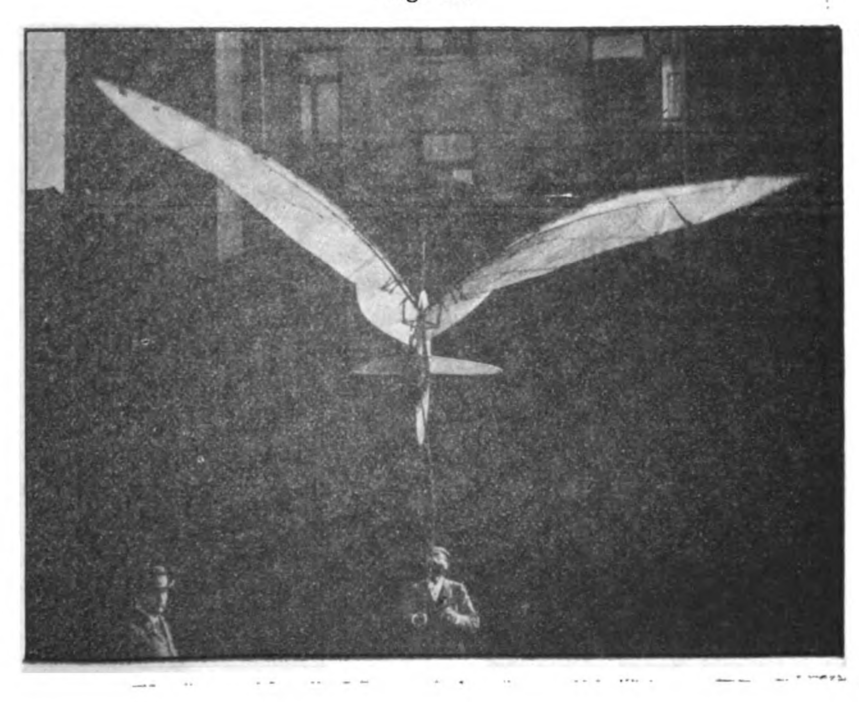
Dieser Versuch hat aber gezeigt, dass es möglich ist, auch Maschinen von sehr grossem Gewicht thatsächlich in die Luft zu heben. Hoffentlich fallen die weiteren Versuche Maxim's, die er mit einer verbesserten Maschine anzustellen gedenkt, günstiger aus.

Flügelflieger von Arthur Stentzel in Hamburg.

Derselbe gleicht äusserlich ziemlich genau einem riesigen Vogel.

Die beiden Flügel, die aus Stahlrippen, bezogen mit Mosettig-Battist (ein durch Kautschuck wasserdicht gemachter Stoff), der aber später durch gefirnisste Seide ersetzt werden soll, hergestellt sind, haben je eine Spannweite von 6,36 m, eine Breite von 1,68 m und sind gewölbt im Verhältnisse 1:12 gemäss den Ergebnissen der Versuche Lilienthals. An ihren Hauptrippen sind Pleuelstangen befestigt, die durch einen kleinen Motor,

Fig. 4a.



der durch Kohlensäure getrieben wird, in Bewegung gesetzt werden. Der Flügelniederschlagwinkel beträgt 90°. Die ganze Tragfläche ist incl. Steuer

Fig. 4b.

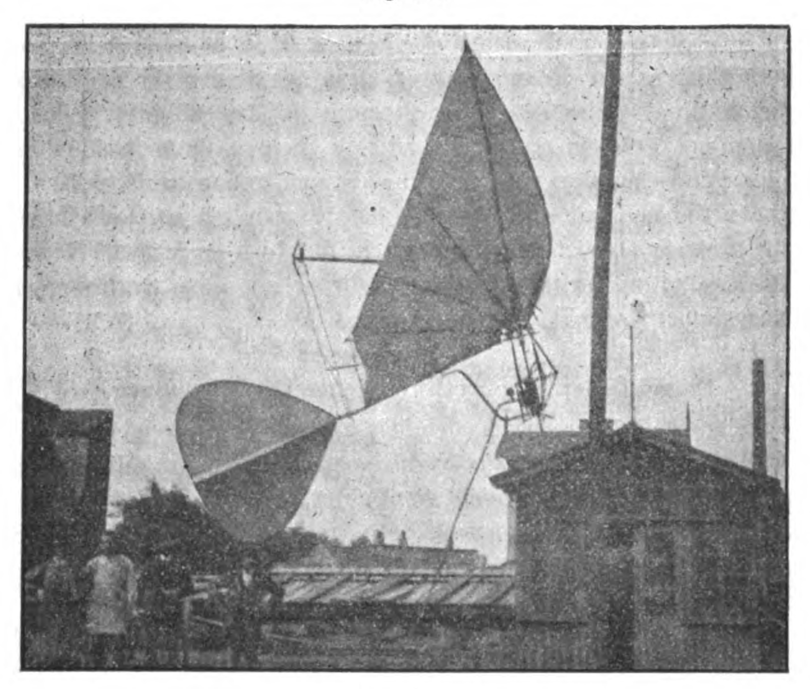
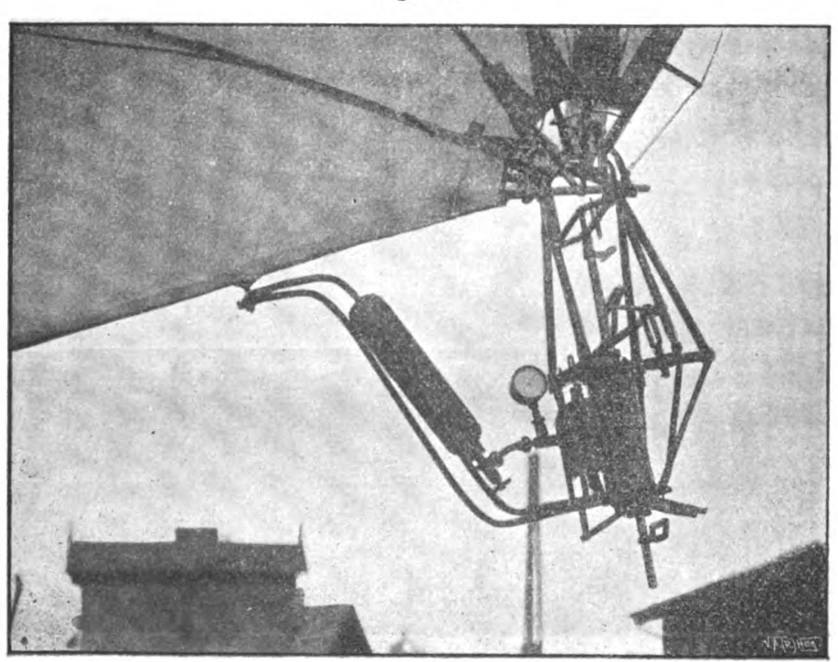


Fig. 4c.



8,125 qm. Um den Flügeln die erforderliche Elasticität zu geben, sind nach hinten zu schwächere Rippen verwendet. Das Gewicht der Flügel mit Achse beträgt 10 kg[1]).

Das 1 kg schwere Steuer hat eine horizontale und eine verticale Segelfläche, die kreuzförmig verbunden sind und deren Achse in Verlängerung der Flügelachse liegt. Gestellt werden diese Steuer mittels Zugdrähten durch Maschinenkraft (kleinen Dampfcylinder).

Der 17,5 kg schwere Motor kann 9 Atm. = 3 HP entwickeln.

Der Apparat wurde beim Probieren an einem, auf 18 m langem gespannten Stahlkabel laufenden Wagen 3 m hoch hängend angebracht.

Die Versuche ergaben folgende Resultate: Um das Gesamtgewicht von 34 kg zum freien Flug zu bringen, braucht der Apparat 6,5 Atm. = 1,5 HP. Dabei machte er pro Secunde 1,4 Flügelniederschläge, die so kräftig waren, dass eine Person von 75 kg Gewicht momentan in Schwebe gehalten wurde. Die Flügel drücken auf die Luft nach unten mit einer Kraft, mit der eine ebene Fläche von gleicher Grösse und bei gleicher Geschwindigkeit auf die Luft drückt. Die zu erlangende Geschwindigkeit soll im Mittel 15 m pro Secunde betragen, 54 km pro Stunde.

Die Vorzüge, die Stentzel dem Apparat zuschreibt, sollen sein: „die völlig willkürliche Anwendung des Apparates in Bezug auf motorische Kraft, Flügelgeschwindigkeit, Schlagwinkel, das beliebige Übergehen vom Arbeits- in den Ruhestand; d. h. vom Fliegen zum Schweben und umgekehrt, die grosse Stabilität und Sicherheit der Construction."

Die folgende Tabelle giebt die aus zahlreichen Versuchen gewonnenen Werthe:

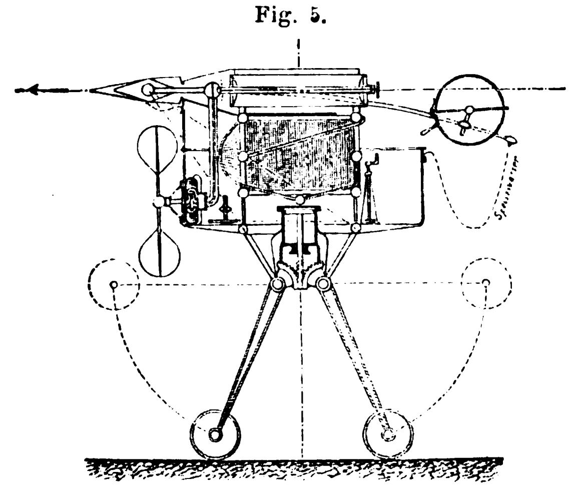
Experiment No.	Cylinderdruck in Atmosphären	Secunden-Meter-Kilogramm	Schlag-Frequenz pro Secunde	Geschwindigkeit des Schlagcentrums in m pro Secunde	Vorwärts-Flug in m pro Secunde	Hebekraft in Kilogramm	Bemerkungen.
1	2	12	0,25	1,65	0	0	Der Apparat functionirt langsam, aber leicht.
2	3	36	0,50	3,30	0,5	5	Die Elasticität der Flügel nimmt progressiv zu.
3	4	60	0,75	4,95	1	10	
4	5	84	1,00	6,60	3	20	
5	6	108	1,25	8,25	5	25	
6	6,5	120	1,40	9,24	6	30	Der Apparat fliegt frei.

[1]) Stenzel will künftig als treibende Kraft comprimirte Luft verwenden wegen der unangenehmen Nebenwirkung der Kälte der flüssigen Kohlensäure.

Drachenflieger des Regierungsraths J. Hofmann in Berlin.

Dieser in grossem Massstabe ausgeführte Apparat wiegt mit einem Manne c. 320 kg. Die Drachenflügel, die an der Achse *a* befestigt sind, können nicht auf- und niedergeschlagen, sondern nur in ihrer Neigung eingestellt werden durch eine vom Führerstand aus erreichbare Handschraube b. Die nöthige Kraft liefert eine Dampfmaschine, deren Kessel ganz aus Aluminium gefertigt ist [erster derartiger Kessel, gefertigt von der Armaturenfabrik von F. Gaebert in Berlin]; er hat eine Feuerbüchse aus 48 im Kreis dicht neben einander stehenden Wasserröhren, während der eigentliche Saugkessel aus 60 Wasserröhren besteht, von denen die mittleren 48 mit je einer Feuerröhre durchsetzt sind. Der Dampf sollte, wie aus der nach dem Photogramm gefertigten Abbildung der Maschine zu ersehen, ursprünglich

Fig. 5.



nur durch den Stoss der aus den Düsen *a* austretenden Strahlen gegen mit der Maschine festverbundene Ablenkungsflächen wirken. Da aber Versuche mit hierzu construirten Dynamometern zu schlechte Werthe ergaben, so wurde ein Compromiss mit den üblichen Schraubenpropellern geschlossen, der Art, dass der Dampf zunächs mittelst einer schnell laufenden Hochdruckmaschine [Viercylindermaschine] die Schraubenpropeller treibt und nach dem Austritt aus den Dampfcylindern gegen schräg gestellte, feststehende Strahlpropeller drückt und an denselben nach hinten abgleitet. Durch Reaction der so bewegten Dampf- und Luftmassen wird der Apparat vorwärts getrieben. Um nun den verbrauchten Dampf wieder zu gewinnen, wird nach dem neuesten Entwurf von Hoffmann das Gerippe der Trageflächen nicht aus Bambusstäben und Stahldraht, sondern aus Stahl- oder Aluminiumbronze-Röhren gebildet, so dass der Dampf nach seinem Austritt aus der ersten Düse durch eine Fangdüse in die Arme und Rippen der Trageflächen geleitet und durch die kalte Oberfläche derselben condensirt wird, um sodann wieder zur Speisepumpe zurückgeführt zu werden.

Dies ist dadurch möglich, dass, wie die Versuche ergaben, der Dampf beim Eintritt in die Rauchkammer nicht nur die Rauchgase und beim Austritt aus der Rauchkammer äussere Luft mitriss, sondern dass hierbei der Dampf sich als innerer Kern des Strahles erhielt. Dieser innere Kern wurde dann durch eine Fangdüse herausgeschält und nur der Rest gegen die Strahlpropeller geleitet.

Die ganze Länge der Flügel ist c. 15 m und ihre äussere Breite c. 2 m. Durch das Einstellen derselben wird das Steigen und Fallen der Maschine im allgemeinen in die Wege geleitet. Für kleinere und plötzliche Bewegungen dient ein unsymmetrisch geformtes Bremssegel. Dasselbe befindet sich an derselben Achse, aber unabhängig von den Flügeln an zwei Trägern *c*, die das Segel an beiden Seiten senkrecht zur Fluglinie aufrichten können.

Die Steuerung nach der Seite erfolgt durch eine verticale Segelfläche, wie mit einem gewöhnlichen Steuerruder. Da einer Bewegung desselben der ganze Apparat, wenn er im stetigen Fortschreiten begriffen ist, nur langsam folgt, so wird ein schnelleres Wenden dadurch erzielt, dass vermittels eines 2theiligen Regulatorgriffs die Ausströmung des Dampfes auf die beiden Strahlpropeller beliebig vertheilt werden kann.

Um nun die Flugbewegung bei dieser Maschine einzuleiten, hat Hoffmann einen sinnreichen Fallapparat construirt, der gleichzeitig später beim Landen als Puffer dient. Dieser projectirte F a l l appparat bildet die mechanische Umkehrung des wirklich ausgeführten, aber wegen seiner Stosswirkung unangenehmen S p r u n g apparates. Die Fig. 6 (S. 140) zeigt in ausgezogenen Linien die Maschine in einer Lage, in welche sie gekommen ist dadurch, dass u n t e r den Kolben des Cylinders langsam Dampf gegeben wurde. Wenn nun der Propeller angeht und die Beine der Maschine durch raschen Danpfeinlass ü b e r den Kolben in die punktirte Lage hochgeworfen werden, so ist die Maschine dem freien Fall überlassen. Diese Einrichtung, die Herr Hoffmann als Erster eingeführt hat, macht daher ein Schienengeleise, wie es Maxim und Andere haben, oder einen Torpedowerfer, wie Lorentz ihn verlangt, oder erhöhten Standpunkt, wie ihn Langley braucht, überflüssig.

Leider ist es zu einem wirklichen Versuche mit diesem Drachenflieger nicht gekommen, da infolge eines Unfalls aut dem Transport nach dem beabsichtigten Uebungsgelände die Tragflächen völlig zerstört wurden, und die Mittel für die Neuconstruirung noch nicht flüssig sind.

Die Flugmöglichkeit der Maschine beweist wohl folgende Erwägung:

Die Maschine wiegt mit 26—28 Litern Wasser im Kessel und 27 l Wasser im Behälter gegen 320 kg (incl. einer Person). Der Kessel verdampft ohne Forcirung gegen 10 l Wasser in der Minute und gestattet unter Production ganz trockenen Dampfes bei 6 Atm. zwei freie Düsenquerschnitte von je 75—100 qmm. Der feststehende Kessel müsste also bei directer Verwendung von Schrauben und unter Annahme viel geringerer

Werte, als sie Wellner erhalten hat, mindestens 60 kg Zugkraft leisten. Wenn die Schrauben mit etwa 50 m Geschwindigkeit des Druckmittel-

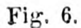
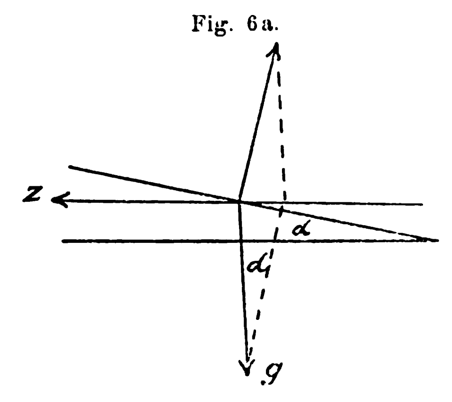


Fig. 6.

punktes umlaufen, und der Dampf mit den Rauchgasen und der angesaugten Luft mit etwa 80—100 m Geschwindigkeit pro Sekunde ausströmt, so treffen bei 25—30 m Fahrgeschwindigkeit pro Secunde die Propeller auf die Luft sicher noch mit etwa 30 kg Zugkraft. Wenn nun die kleine Viercylinder-Maschine mit der Schraube zu 40 kg in Ansatz gebracht wird, was schon hoch gerechnet ist, und wenn die für diese Versuchsmaschine nochmal mit Bambusgerippe zu construirende Tragefläche mit an der

Fig. 6a.



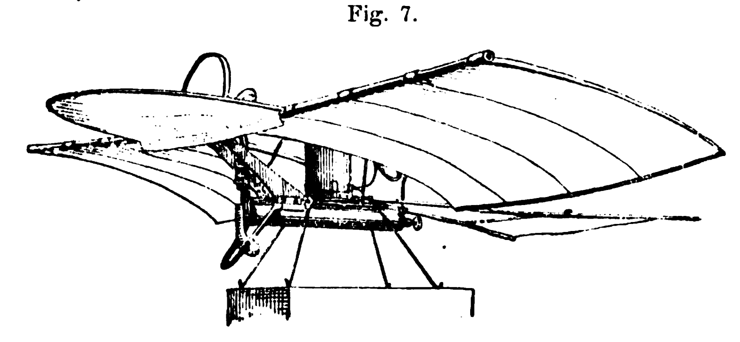
Vorderkante liegendem Hauptträger auch um 40 kg (also etwa die Hälfte) schwerer wird als die ausgeführte Tragefläche, so ergiebt sich etwa:

$$tg\,\alpha = \frac{Z}{g} = \frac{30}{400} = {}^1/_{12} \text{ bis } {}^1/_{15}.$$

Mit einem solchen Tangentenwert ist die Fahrt wohl allemal zu riskiren.

Herr Hofmann hat ein kleines Modell von 90 cm Spannweite gebaut (Fig. 7), welches er gelegentlich eines Vortrages im Ingenieur-Verein zu Frankfurt a. M. Ende März a. cr. durch den Saal fliegen liess. Die Abbildung des Modells macht Näheres ersichtlich. In dem Kessel unten sind 25—30 gr

Fig. 7.



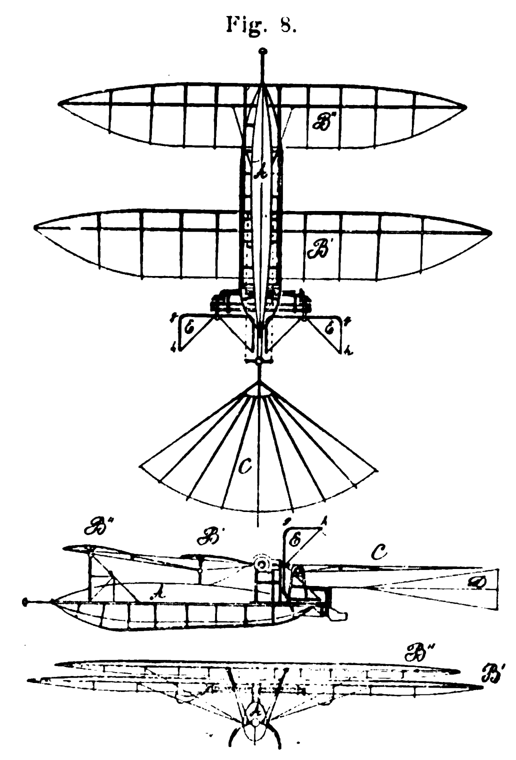
Kohlensäure, die durch eine vor dem Versuche etwas anzuwärmende Schlange zu den Düsen geht. Die Düsen und die Druckhörner sind lothrecht statt wie bei der grossen Maschine wagerecht gestellt, um der Auffassung zu begegnen, als sollte gegen die Trageflächen geblasen werden. Dieses Modell sollte nur beweisen und beweist es auch, dass man Spielzeug-Flugmaschinen construiren kann, welche irgend einen beweglichen Maschinentheil überhaupt nicht besitzen, und dass man, wenn die Strahlwirkung bei grossen schnelllaufenden Maschinen noch zur Arbeit herangezogen wird, ohne Vermehrung des Gewichts etwas gewinnt, was sonst verschwendet wird.

Aëroveloce des Ingenieur W. Kress in Wien.

Dieser Apparat ist ein Drachenflieger, dessen tragende Flächen aus drei 12 bis 16 m langen, 1,5 bis 2,5 m breiten concaven Segelflächen und einem grossen ebenen horizontalen Steuer bestehen. Diese Theilung in mehrere Flächen hat sowohl den Zweck, die Stabilität des Apparates mehr zu sichern, wie eine einzige Fläche dies thun würde, als auch es möglich zu machen, die Gesammtgrösse erheblicher zu gestalten, ohne dass dadurch das Gewicht gleichzeitig ebenso wachsen müsste.

Die ca. 10 m lange, 1 m breite Gondel ist fest mit den Trageflächen verbunden. Der Stirnwiderstand der Gondel wird durch ihre spitze Gestalt auf ein Minimum reducirt. Der unten sitzende Schlitten hat sowohl den Zweck, den Anlauf zum Auffliegen z. B. auf einer Wiese zu ermöglichen, als auch beim Landen durch ein sanftes Hingleiten auf der Erde den Stoss unmerkbar zu machen.

Fig. 8.



Zur Steuerung in verticaler Richtung dient das horizontale Steuer in Form eines Vogelschwanzes von ca. 5,5 m Radius (etwas über $^1/_4$ eines Kreisausschnittes), während die an dem langen Hebel sitzende fischschwanzförmige Segelfläche als Steuer für die horizontale Richtung und gleichzeitig auch dazu dient, um bei seitlichen Windwellen, wie eine Windfahne wirkend, den Drachenflieger stets mit dem Kopfe gegen die Windwelle zu stellen.

Die Vorwärtsbewegung wird hervorgerufen durch die sich in entgegengesetzter Richtung drehenden Segel-Luftschrauben. Als treibende Kraft soll ein Benzinmotor verwendet werden.

Beim Fliegen stehen die Segelflächen fast parallel der Längsachse der Gondel und den Achsen der Luftschrauben. Die Lage der Drachenflächen, sowie der Gesammtschwerpunkt bleiben während des Fluges möglichst unberührt, da die Bewegung in der senkrechten Ebene durch Einstellen des horizontalen Steuers bewirkt wird.

Der Schwerpunkt soll stets mehr vorne überneigen, damit der von vorn gegen die Drachenflächen erfolgende Luftdruck nicht Umkippen herbeiführt.

Der Gesammt-Flächeninhalt beträgt c. 80 □ m.

Der Motor, der 12 HP entwickelt, wiegt . .	150	kg;
der Apparat . .	200	„
2 Personen . .	150	„
Sa.	500	kg.

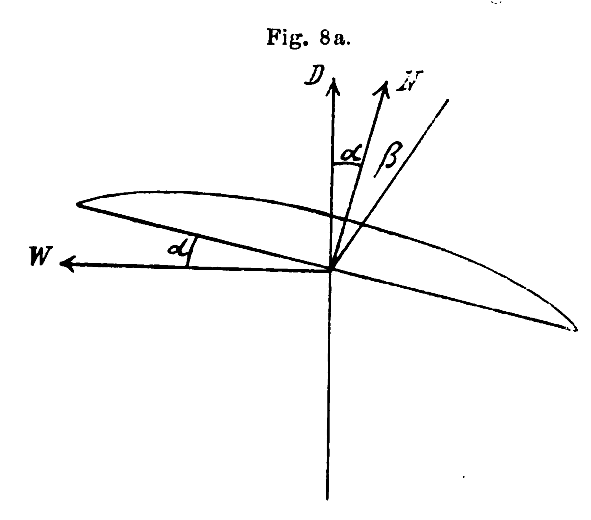
Sobald der Apparat eine Eigengeschwindigkeit von 8 m pro Secunde entwickelt, oder wenn der Wind diese Geschwindigkeit hat, so verlässt er

den Boden. Die Eigengeschwindigkeit lässt sich steigern auf 30 m pro Secunde, 108 km pro Stunde.

Das Landen soll leicht von Statten gehen. Bei ruhiger Luft muss dem Apparat eine Aufwärtsrichtung gegeben und dann die Geschwindigkeit so weit gemässigt werden, dass der Auftrieb kleiner als das Gesammtgewicht wird; der Apparat wird dann langsam zur Erde sinken und auf dem Schlitten noch etwas weiter gleiten. Bei starkem Winde erhält der Apparat die Windgeschwindigkeit gegen denselben; er bleibt daher stehen und sinkt langsam zur Erde.

Der Einfluss des Luftdruckes ergiebt folgendes:

Fig. 8a.



Normaldruck $N = Fv^2 \frac{\gamma}{g} a$.
Auftrieb $D = N \cos (\alpha + \beta)$.
Horizontaler Widerstand $W = N \sin (\alpha + \beta)$.
Nöthige Arbeit $A = W + W^1 . v$.
F = Fläche; v = Geschwindigkeit; $\frac{\gamma}{g} = \frac{1}{8}$; a ein von Form und Winkel abhängiger Factor; nach den experimentellen Erfahrungen von Lilienthal und Kress ist ermittelt, dass bei $\alpha = 3^0$ (im Winde) $a = 0{,}68$; $\beta = - 1\frac{1}{2}^0$ und somit $(\alpha + \beta) = 1\frac{1}{2}^0$ ist.

W^1 ist der Stirnwiderstand der Gondel und des Gerüstes.

Die Versuche mit Modellen, die Herr Kress Ende März in einem öffentlichen Vortrage im oberrheinischen Vereine für Luftschiffahrt in Strassburg vorführte, haben auf das glänzendste die gemachten Annahmen bestätigt.

Das Modell des Drachenfliegers, das 600 gr wog, flog ruhig und gleichmässig durch den Saal.

Das Steuern bietet nicht die geringste Schwierigkeit; man braucht nur das verticale Steuer wie bei einem Boote zu handhaben oder die eine von den beiden Propellerschrauben stärker wirken zu lassen, um sofort den Drachenflieger in die gewünschte Richtung zu lenken.

Ebenfalls erscheint die unangenehme Frage der Landung, die schon viel Kopfzerbrechen verursacht hat, nunmehr auf einem Wege zur Lösung.

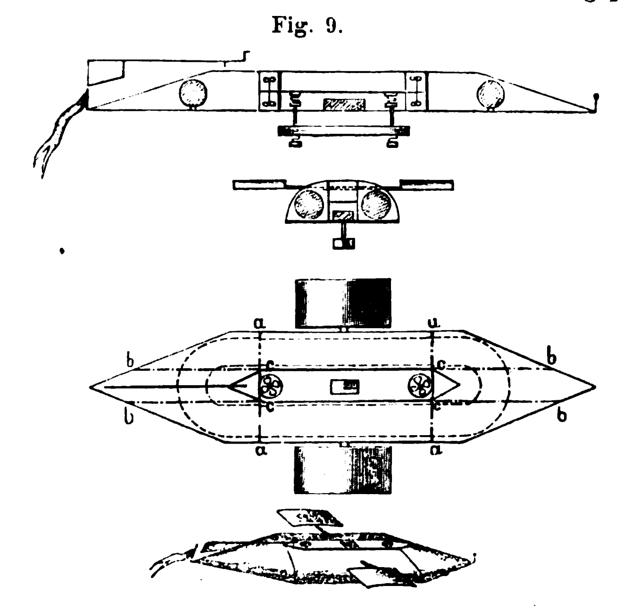
Bereits im Jahre 1880 liess Kress sein erstes Modell in Wien frei vom Tisch weg durch den Saal fliegen.

Project des Eisenbahndirectors a. D. A. Platte in Wien.

Dieses Project beruht auf dem Princip der theilweisen Entlastung, d. h. ein Theil der Last soll durch mit Wasserstoffgas gefüllte Ringballons gehoben werden.

Auf ein Gerüst von 4 Hauptträgern, die ein Doppelkreuz bilden, stützen sich alle Theile der Maschine. In den Kreuzungspunkten sind

Fig. 9.



Säulen errichtet, die oben durch einen Rahmen verbunden sind; dieser entstehende Raum soll die Maschine, 4 Propeller, Passagiere etc. aufnehmen. Unter der Maschine ist ein mit Puffereinrichtung versehener Ankercaisson, der den Stoss beim Landen abschwächen soll. Rings um den gebildeten Raum liegen die Ringballons, die, mit Gas gefüllt, das Luftschiff bis aut das halbe Hebevermögen der Propeller entlasten sollen. Dieselben sind mit Säulen an den Trägern befestigt. Die Aussenhülle des Schiffes ist ein Cylinder mit kegelförmigen Enden und besteht aus straff gespanntem Segeltuch, um so die Ballons vor dem Luftdruck zu schützen und den Stirnwiderstand möglichst gering zu machen.

Zur Steuerung in der Horizontalebene dient ein gewöhnliches Schiffssteuer; zu der in verticaler Ebene an der Seite das grosse Segelsteuer. Die Achse des letzteren wird durch einen Motor bewegt.

Dieses Flugschiff lastet nur mit einem Gewicht auf dem Boden, dem gegenüber eine motorische Kraft der 4 Propeller vorhanden ist, die einen doppelt so grossen Druck anf das Schiff ausüben kann, als der Druck des Gewichtes ist. Die Propeller arbeiten nur senkrecht auf- und abwärts; der Schrägflug wird durch Schrägeinstellen der seitlichen Segelflügel bewerkstelligt. Der Flug wird daher ein wellenförmiger werden.

Die mit Wasserstoffgas gefüllten 2 Ringballons haben zusammen eine Länge von 105,6 m und einen Durchmesser von 4,5 m. Dieselben tragen nicht nur ihre Hülle, Netz etc.; sondern haben auch noch ein Tragevermögen von 1690 kg. Die Gewichte der ganzen Apparate sind folgende:

Holzwerk	605 kg
Segelleinwand der Aussenhülle . . .	400 „
Segelaxe etc.	200 „
Maschine mit Propeller	300 „
2 Mann Besatzung	160 „
Seilwerk	25 „
Verschiedenes	80 „
Sa.	1770 kg.

Das Schiff lastet daher mit einem Gewicht von 1770—1690 = 80 kg auf der Erde. Die Maschine vermag 4 HP zu äussern und übt damit ein Hubvermögen von 160 kg aus; also das doppelte des Erforderlichen.

Der Betrieb des Motors soll durch Leuchtgas erfolgen.

Die Kosten eines 48 m langen, 24 m breiten und 5 m hohen Schiffes würden sich auf ca. 12000 Mark belaufen.

Das soeben beschriebene Project stammt aus dem Jahre 1892 und entspricht der Gegenwart nicht mehr ganz. Herr Platte hat einen ähnlichen Plan in Absicht unter Beibehaltung seines Princips. Im Detail ist derselbe noch nicht hergestellt. Die Hauptänderungen werden sich auf die ausgeübte Hebekraft gründen, gemäss den Ergebnissen, die die eingehenden Versuche Wellner's haben werden; ferner auf die Anordnung der Entlastungsballons, Anbringung von Laufschienen u. s. w.

Project des Bergsecretärs K. Buttenstedt in Rüdersdorf bei Berlin.

Dasselbe unterscheidet sich von den bisher dargestellten Flugmaschinen ganz wesentlich. Nach einigen Versuchen soll nach diesem Project ein grosser Apparat gebaut werden, mit dem Buttenstedt grosse Lasten und viele Passagiere tragen zu können glaubt. Vorläufig soll der Mensch mit demselben ohne jegliche Nebenkraft frei in der Luft den Schwebeflug der Vögel ausführen. Flügelschläge sollen aber nicht damit ausgeführt werden.

Die Construction hat entfernte Aehnlichkeit mit einem Vogel. Ein Flügelpaar von je 5 m Länge und 0,5 m Breite befindet sich senkrecht zum Rumpf, ein anderes von je 5 m Länge ist in Verlängerung der Beine an denselben befestigt. Der Fliegende muss breitbeinig von einer Doppelleiter abspringen und hängt dann mittels einer elastischen Vorrichtung in den Flügeln völlig sicher, so dass er seine Haupt-Aufmerksamkeit auf die Bewegung der Beine richten kann. Würde nun der Fliegende keinerlei Bewegung ausführen, sondern nur die Beine nach hinten etwas mehr zusammennehmen und ausgestreckt halten, so hat er so lange eine langsam sinkende Fort-

bewegung, bis er sanft die Erde erreicht. Sobald er aber die Flügelflächen an den Beinen bewegt, und zwar abwechselnd das eine aufwärts und das andere abwärts, so wird Forttrieb erzielt. Will er einhalten, so hat er nur nötig, das eine Bein hoch, das andere tief zu halten, wodurch der Flug aufgehalten wird.

Zur seitlichen Steuerung soll mit dem einen Bein etwas stärker als mit dem anderen geschlagen werden. Will man steigen, so muss man beide Beine etwas hoch nehmen und umgekehrt. Während beim Schweben die Beine zusammengenommen werden sollen, so sollen sie während der Arbeit so breit als möglich auseinander sein.

Die Flügel sind so gebaut, dass sie im Zustande elastischer Ruhe in einem bestimmten Winkel nach unten hängen und etwas hohl sind: sobald aber der Mann sich in der Luft schwebend hineinlegt, spannen sie sich völlig eben aus, und die Spitzen stehen mit ihren hinteren Rändern über ihre Fläche hinaus. Hierdurch soll erreicht werden, dass sie beim geringsten Sinken durch den Luftdruck von unten Segeldruck erhalten und die Luftmassen nach hinten abfliessen, sie selbst aber vorwärts gehen.

Die Flächen an den Beinen sollen also gewissermassen die Arbeit des Vogelschwanzes verrichten. Die Beinbewegungen sind sehr leicht auszuführen, da die Luft durch die gleitenden Flächen bei dem stets in der Fortbewegung begriffenen Apparate die Beine trägt.

Die Hauptflächen sitzen an einer elastischen Stange, die nach den Enden zu konisch ausläuft. Die elastischen Trägerippen sind verstellbar. In der Mitte dieser Flächenstange ist eine Steuerstange für die Fläche der Flügel angebracht, die der Fliegende nicht aus der Hand lassen darf. Der Zweck dieser Einrichtung ist folgender: Erstens soll durch eine Art Vibrationsbewegung derselben eine Fischschwanz-ähnliche erhöhte Fortbewegung des Apparates erreicht werden, und zweitens soll durch diese Steuerung noch ein offener und geneigter Flugwinkel der Flugflächen dargestellt werden können, wenn die Beinflächen-Thätigkeit dies nicht genügend imstande ist. Längere Uebung wird dies ermöglichen. Bei einem grossen Apparat wird ein Motor angewendet werden.

Das Princip, auf Grund dessen der Apparat aufgebaut ist, beruht auf einer ganz eigenartigen und neuen Auffassung des Vogelfluges: die sogenannte elastische Spannung und Entspannung. Diese Theorie gründet sich darauf, dass die Lage der Flügel — wie die Momentbilder von Anschütz ersichtlich machen — (Fig. 10 u. 11 S. 147) des stehehenden Vogels einen grossen Unterschied zeigt gegen diejenige des Vogels beim Schweben. Im ersteren Falle hängen die Flügelspitzen etwas nach hinten und unter der Horizontalen; beim Schweben, wo die Last des Vogelkörpers in den Flügeln hängt, sind die Flügelspitzen ü b e r der Horizontalen und nach vorn gerichtet; befinden sich also in einer Zwangslage, die z. T. durch den Verticaldruck der Luft hervorgerufen ist. Diese Kraft drückt den Vogel so schnell nach

vorn, bis der Druckwerth des dem Körper entgegenwirkenden Luftdruckes gleichwerthig mit dem Spannungsdruck ist. Beide wirken nun constant

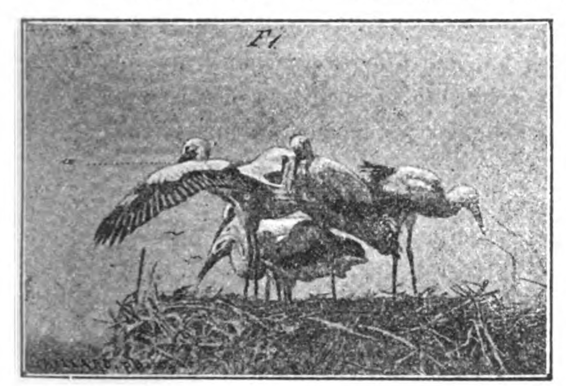


Fig. 10.

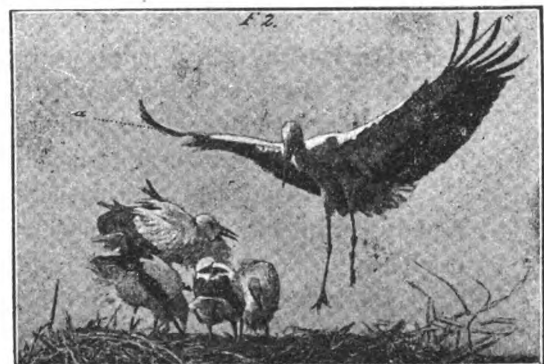


Fig. 11.

und erklären die stete Spannung und Entspannung der Elasticität; da nun der Vogel hinten sich an keinem Punkte anklammern kann, so wird er so schnell nach vorn getrieben, als der Gegenluftdruck es erlaubt.

Otto Lilienthal's Flugapparate.

Trotzdem bereits viel über den genialen Erfinder Lilienthal, dessen tragisches Ende noch frisch in unser aller Gedächtniss lebt, geschrieben ist, so will ich hier auf seine Versuche noch einmal in aller Kürze eingehen, einestheils der Vollständigkeit halber, da ich den Mann, der bisher am meisten erreicht hat, nicht übergehen darf, anderntheils aber auch, um den vielen wahren Freunden des Luftsports ein Bild von ihm zu geben.

Das Princip, das er verfolgte, ist die Ausführung des Menschenfluges mit Hülfe geeigneter, dazu construirter Segelflächen. In der systematischen und energischen Beschäftigung mit praktisch ausgeführten Flugversuchen erblickte Lilienthal den einzigen Weg, durch den es erreicht werden würde, die Luft zu durchfliegen.

Schon als Knabe von 13 Jahren hat er das Fliegen mit den primitivsten angebundenen Flügeln (Klappen) bei Nacht auszuführen versucht, indem er einen Hügel herunterlief. Später hat er als gereifter Mann besonders nach dem Kriege 1870/71, den er als Einjährig-Freiwilliger mitmachte, mit besseren technischen Hülfsmitteln nach den eingehendsten Experimenten und Studien die Construction von Flugapparaten wieder aufgenommen.

Zunächst führte er dann seine Fliegeversuche, bei denen ihn oft sein Bruder, Baumeister in Gr. Lichterfelde, thatkräftigst unterstützte, mit ganz einfachen, gewölbten Segelapparaten aus, welche den ausgebreiteten Fittigen eines schwebenden Vogels glichen, indem er von erhöhtem Standpunkte gegen den Wind abschwebte. Als Gestell diente ihm Weidenholz; als Bezug mit Wachs getränkter Shirting.

Festgehalten und gehandhabt wurde der Apparat dadurch, dass man beide Unterarme in entsprechende Polsterungen des Gestells legte und 2 Handgriffe anfasste.

Der Einfluss des Windes zeigte sich bei den Fliegeversuchen frappant. Sobald ein etwas lebhafterer Wind kam, schwebte er hoch über den Köpfen einer staunenden Menge fort, unter Umständen sogar momentan in der Luft auf einer Stelle schwebend bleibend.

Diesen einfachen Segelflächen fügte Lilienthal sodann später Steuerflächen hinzu, um hierdurch eine bessere Einstellung gegen den Wind zu erreichen.

Die ganze Bauart der Flugsegel glich in allen Theilen einem Sprengwerk, dessen einzelne Glieder nur auf Zug und Druck beansprucht wurden. Grösste Festigkeit wurde hierdurch mit grösster Leichtigkeit verbunden. Oft stürzte er sich mit diesen Segeln von beliebigen Höhen in die Luft und erreichte stets sicher den Boden wieder.

Um den Transport zu erleichtern und bei eintretendem Unwetter den Apparat zu sichern, wurde er zum Zusammenlegen eingerichtet, so dass er in $^1/_2$ Minute zusammengeklappt war. Das Auseinanderlegen dauerte ebenfalls nur 2 Minuten. Sogar Schutz vor dem Regen, der ihm nichts anhaben kann, gewährt er; 20 Personen haben unter seiner schützenden Hülle Platz.

Sehr unangenehm empfand Lilienthal bei seinen Flügeln stärkere plötzlich auftretende Windstösse, weil bei ihnen die Gefahr vorlag, dass sie — wenn auch nur einen Augenblick — den Apparat von oben treffen könnte, wodurch er unfehlbar in die Tiefe gestürzt und zerschellt worden wäre.

Als Maximalgrösse für die Segelflächen fand er Flächen von 14 qm, 7 m Länge von Spitze zu Spitze gemessen, da grössere die Stabilität einbüssten. Gleichzeitig wurde ihm auch die Landung bei stärkeren Winden und grösseren Flächen sehr bedenklich. Wie Lilienthal selbst sagt, hat er oft in der Luft einen förmlichen Tanz aufführen müssen, um, vom Winde hin und her geworfen, das Gleichgewicht zu behaupten; aber stets gelang es ihm doch, glücklich zu landen. Er wurde hierdurch aber notgedrungen zu den Versuchen geführt, die Lenkbarkeit und leichtere Handhabung zu verbessern.

Bisher hatte er die Lenkung durch einfache Verlegung des Schwerpunktes mit seinem Körper bewirkt, die um so günstiger von statten ging, je kleiner die Flügelflächen waren. Da nun bei stärkerem Winde die Anwendung kleinerer Flächen keinen besonderen Nutzen gewährte, sondern vielmehr sich die Nothwendigkeit herausstellte, eine grössere Fläche zum Heben zu gewinnen, so versuchte er 2 parallele Flächen über einander anzubringen. Es gelang dies überraschend gut. Der Doppelapparat hatte nur $5^1/_2$ m Spannweite bei zwei Trageflächen von je 9 qm, deren obere etwas über der unteren liegt.

Die Schwerpunktsverlegung mittelst des Körpers wirkt hier ebenso günstig wie früher. Durch Verlegen desselben nach links wurde sofort

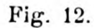
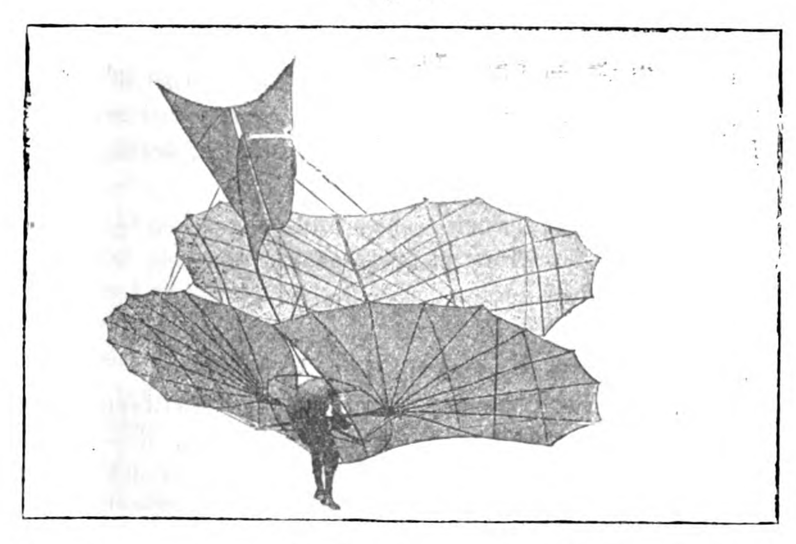


Fig. 12.



das infolge eines stärkeren Windstosses gehobene linke Flügelpaar gesenkt und umgekehrt.

Die erreichte Höhe wurde ganz bedeutend grösser, oft wurde der Abfliegepunkt um ein erhebliches Stück überflogen, sobald die Winde bis über 10 m stark waren.

Beim Landen bei geringem Winde musste der Apparat vorn gehoben werden durch Zurücklegen des Körpers und dann unmittelbar über dem Boden die Beine, wie beim Sprunge, schnell vorgeworfen werden, da sonst der Körper einen sehr unangenehmen Stoss erhalten würde. Bei etwas stärkerem Winde dagegen senkte der Apparat sich sehr sanft zur Erde.

Bei den ausgeführten Uebungen hat Lilienthal stets die hebende Kraft des Windes deutlich gespürt, und er sagt ausdrücklich, dass der Wind auch eine Bewegung ähnlich dem Kreisen der Vögel hätte einleiten und den Apparat nach links oder rechts drehen wollen; aber infolge der Nähe des Berges, von dem er abgeflogen sei, hätte er sich nicht darauf einlassen dürfen.

Als Uebungsgelände hatte er sich verschiedene Berge in der Umgebung Berlins ausgesucht, bis er sich schliesslich, um die weiten Wege zu sparen, bei Gross-Lichterfelde einen Hügel von 15 m Höhe und 70 m unterer Breite baute, der oben zur Aufnahme der Flugapparate eingerichtet war.

Grosse Sicherheit hatte Lilienthal bereits im Fliegen erlangt; er wollte nunmehr dazu übergehen, mit Hülfe eines kleinen Motors den Ruderflug der Vögel nachzuahmen; d. h. Flügelschläge auszuführen, als den kühnen Mann das Schicksal am 9. August vorigen Jahres hinwegraffte.

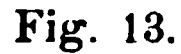
Es kam Lilienthal bei diesen letzten Versuchen darauf an, die Stellung des Horizontalschweifes willkürlich zu ändern durch eine Kopfbewegung. Ob er nun dabei eine falsche Bewegung ausgeführt hat, oder ob sonst etwas in Unordnung geraten war, ist nicht aufgeklärt. In 15 m Höhe kippte der Apparat nach vorne um, schoss pfeilschnell zur Erde, und mit gebrochenem Genick wurde Lilienthal unter den Trümmern hervorgezogen.

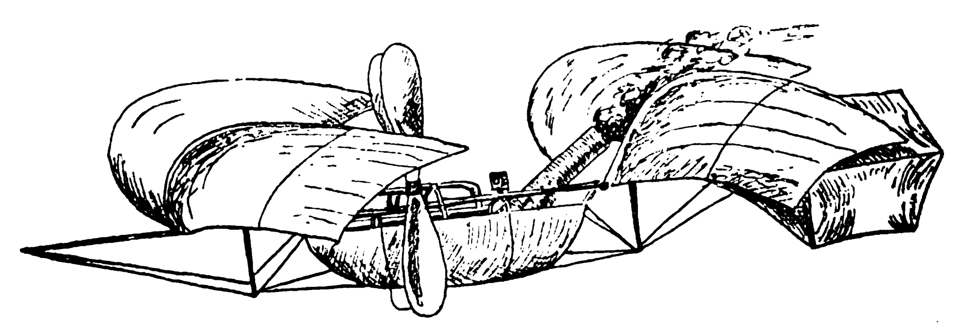
Es war dies an derselben Stelle des Gotenberges bei Stöllen, wo er bereits 2 Jahre vorher infolge mangelhafter Armstützen, herabgestürzt war, ohne damals besonderen Schaden zu erleiden.

Viele Nachahmer hat er mit seinen Fliegeversuchen gefunden, und hoffentlich ist seine Lebensarbeit nicht vergebens gewesen, sondern spornt weiter zu neuen Versuchen an.

Professor S. P. Langley's Aërodrome.

Die Flugmaschine von Langley, Professor am „Smithsoman" Institut in Washington ist im wesentlichen ein Drachenflieger, dessen tragende Flächen unbewegliche Flügel sind, die sich seitlich breit ausdehnen. Durch ein Rahmwerk aus Stahl wird mit diesen Flügeln ein Metallboot, das in einem Randschlot endet, starr verbunden. Die ganze Länge der Flugmaschine beträgt 4,5 m, die Breite der Flügel, von Spitze zu Spitze gemessen 4,2 m. Seiue Fortbewegung erhält der Aerodrome durch je eine an den Seiten sitzende Propellerschraube von 1,2 m Durchmesser, die genau so arbeitet, wie die Schrauben eines Dampfers. Ueber 1000 Umdrehungen werden durch eine Zählverrichtung während des Fluges in der


Fig. 13.



Minute angezeigt; das ist eine solche Schnelligkeit, dass man von den Schraubenblättern fast nichts mehr mit dem Auge wahrnehmen kann.

In den Hauptheilen ist die Flugmaschine aus Stahl gearbeitet. Nachdem aber die erste Maschine fertiggestellt war, erreichte es Langley durch fortgesetzte mühevolle Versuche, indem er einzelne Theile schwächer construirte, andere allerdings wieder verstärken musste, dass das Gesammtgewicht nur 13,50 kg betrug incl. eines Wasservorraths von nahezu 2 kg.

Das ist nicht mehr als das 1000 fache der Luft, welche die Maschine verdrängt.

Der Heizstoff der Dampfmaschine, deren bewegliche Theile c. $^3/_4$ kg wiegen, ist Gasolin, das vor dem Gebrauche in Gas verwandelt wird. Die durch dasselbe erzeugte Hitze ist eine derartige, dass der Kessel sofort schmelzen würde, wenn nicht eine eigens dazu bestimmte Pumpe eine sehr lebhafte Circulation des Wassers herbeiführte, infolge welcher immer nur ein Theil des Wassers zur Verdampfung gelangen kann, während der Rest dem Kessel wieder zugeführt wird. Aehnlich hat auch Maxim seinen Kessel eingerichtet. Der Vorrath an Wasser reicht nur für einen Flug von 5 Minuten Dauer aus; jedoch will Langley bei einer nur 10 mal schwereren Maschine einen Condensationsapparat anbringen, der eine wiederholte Ausnutzung des Wassers ermöglicht.

Die erzeugte Kraft beträgt mehr als 1 HP.

Um den Aerodrome in die Luft zu bringen, bedarf es einer besonderen „Ablassvorrichtung." Von derselben sagt Langley selbst, dass sie zwar einfach aussieht, aber das Werk 5 jähriger Experimente sei. Diese Vorrichtung besteht aus einem drehbaren Tisch, an den die Flugmaschine angehängt wird. Der Tisch wird in die beabsichtigte Flugrichtung eingestellt und dann vorwärts geschnellt. Bei dieser Bewegung wird die Aufhängevorrichtung des Aerodroms ausgelöst und derselbe der Luft übergeben. Der Tisch ist auf dem Schiff angebracht, von dem aus die Versushe angestellt werden, Sobald die Flugmaschine der Luft überliefert ist, hängt es gewissermassen auf den Drachenflächen. Bei den letzten Versuchen flog es gegen den Wind zunächst c. 1400 m völlig stabil in horizontaler Richtung vorwärts. Vor einem im Wege stehenden Wald, an dem es zu zerschellen drohte, führte es eine sichere und elegante Wendung aus, fuhr um den Wald herum und flog seitwärts über das Wasser, woselbst es nach Verbrauch des Wassers langsam und völlig intact auf der Wasserfläche landete. Die durch zwei von einander unabhängige Secundenuhren mit Hemmfedern angezeigte Flugzeit betrug 1 Minute 45 Secunden. Wegen der Gefahr drohenden Nähe des Waldes war der Kessel nur mit dem 3. Theile der möglichen Wassermenge gefüllt.

Die ganze durchflogene Strecke betrug 1600 m; d. i. über 50 km die Stunde. Mit der vergrösserten Maschine hofft Langley weit über 2 Stunden Flugzeit zu erzielen.

Die ersten Versuche mit dem Aerodrome hat Langley im Mai 1896, nach dem er sich bereits 16 Jahre praktisch mit der Flugfrage beschäftigt hatte, an der Bucht des Potomac-Flusses angestellt und sehr günstige Resultate erzielt. Alexander Graham Bell, der Erfinder des Telephons, hat hierüber verschiedene Berichte veröffentlicht. Nach dieser Zeit hat Langley aber ununterbrochen an der Vervollkommnung seiner Maschine gearbeitet und mit dem bedeutend verbesserten Aerodrome wurden am

28. November 1896 die eben geschilderten Versuche ausgeführt. Die Beschreibung nebst Abbildung ist nach einem, dem Verfasser von Professor Langley persönlich zugesandten Berichte des Herrn Frank G. Carpenter, wiedergegeben.

Ueber die Apparate des Franzosen Ades und noch einiger anderer bedeutenderer Erfinder behalte ich mir vor, später in dieser Zeitschrift zu schreiben.

Versuche mit grösseren Luftschrauben.

Von **Georg Wellner**, Professor an der technischen Hochschule in Brünn.

(Schluss.)

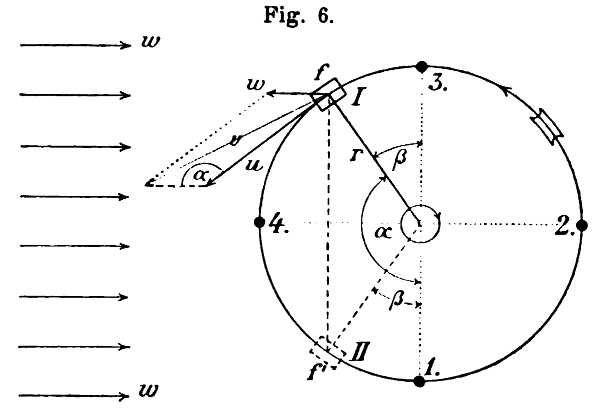
Einfluss des Windes.

Die Aufstellung der Versuchsschrauben oberhalb eines hohen, freistehenden Gerüstes auf dem weiten, allseits ziemlich offenen Hofplatze der Zborowitzer Zuckerfabrik geschah mit aus dem Grunde, damit die Einwirkung von Luftströmungen auf die ruhenden oder umlaufenden Flügelflächen gut beobachtet werden konnte. Soweit es thunlich war, wurden allerdings windstille Zeiten, insbesondere sehr frühe Morgenstunden für die Experimente benützt, um fehlerfreie Resultate zu gewinnen; es gab aber auch Tage mit mässigen, manchmal solche mit heftigen, stossweise wechselnden Windströmungen, so dass eine sichere und ungestörte Bestimmung der Hebekraft erschwert oder unmöglich gemacht, dagegen Gelegenheit geboten war, den Einfluss des Windes auf die Schraube deutlich kennen zu lernen.

Wenn der Wind aus Nordwesten oder aus Norden längs einer sanft abfallenden Berglehne herabkam, drückte er auf die Oberseite der Schraubenfläche und minderte sichtlich die Hebewirkung. Wagrecht herankommende Ost- und Südwinde erzeugten jedesmal eine (oft sprungweise auftretende) Steigerung der Kraft um 5—10 kg und darüber; immer jedoch machte sich eine Ungleichmässigkeit des dynamischen Druckes in der Richtung bemerkbar, dass die dem Winde entgegengeführte Hälfte der rotirenden Flügelflächen eine stärkere Hebung erfuhr, als die mit dem Winde laufende Gegenseite, wodurch nicht selten unruhige Stösse, Biegungen und Erschütterungen der Schraubenachse verursacht wurden. Schon das Aufbringen der grossen Flügelschraube auf das Gerüste hatte bei stärkerem Winde seine Schwierigkeiten, und gegen heftigere Windstösse zeigte sich das Gefüge des Schraubengerippes nicht haltbar genug. Die Erscheinung der einseitigen Wirkungsweise ist leicht erklärlich. Wenn ein Schraubenflächen-Element f im Kreise vom Radius r um die Achse o mit der Umlaufsgeschwindigkeit u herumgeführt wird, während ein von links nach rechts mit einer Geschwindigkeit w wehender Wind dagegen bläst (siehe Fig. 6),

so kömmt in der Position 3) die Geschwindigkeitssumme $u + w$, in der Position 1 die Differenz $u - w$ für den geweckten Luftwiderstand zur Geltung,

Fig. 6.



weil derselbe immer nur von der relativen Geschwindigkeit zwischen Fläche und Luft abhängig ist. In der gezeichneten, dem Drehungswinkel a zugehörigen Zwischenposition der Fläche f combinirt sich die Umfangs- und Windgeschwindigkeit u und w zu der resultirenden relativen Geschwindigkeit v. Für dieselbe gilt aus dem Dreiecke des Geschwindigkeits-Parallelogramms die Gleichung:

$$v^2 = u^2 + w^2 - 2\, u\, w \cos a,$$

in welcher der Winkel a für die verschiedenen, während der Drehbewegung nach einander folgenden Positionen alle Werthe von 0^0 bis 360^0 annimmt.

In der Lage 4) und 2), wo der Winkel $a = 90^0$, beziehungweise $= 270^0$, also $\cos a = 0$ ist, wird

$$v_4^2 = v_2^2 = u^2 + w^2;$$

in der Position 3), wo $a = 180^0$ beträgt, ist

$$v_3^2 = u^2 + w^2 + 2\, u\, w,$$

in Position 1) dagegen

$$v_1^2 = u^2 + w^2 - 2\, u\, w.$$

Der Mittelwerth der Grösse v^2 lässt sich durch einfache Integration ausrechnen:

$$v^2 = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} (u^2 + w^2 - 2\, u\, w \cos a)\, d\, a = u^2 + w^2,$$

das heisst in Worten ausgesprochen: Der durchschnittliche Werth des Quadrates der resultirenden, für den Luftwiderstand, folglich auch für die Hebekraft massgebenden Geschwindigkeit ist gleich der Summe der Quadrate der Umlaufs- und der Windgeschwindigkeit, also gerade so gross, wie derselbe Werth in den Positionen 4) und 2). Dieses Resultat wird auch ohne besondere Rechnung, unmittelbar aus der Anschauung erklärlich, dass sich

die Werthe für je zwei zur horizontalen Mittellinie $\overline{4 \ldots 2}$ symmetrische Stellungen des im Kreise umlaufenden Flügelelementes immer zu dem gleichen Mittelwerthe compensiren.

Für die gezeichnete Flächenposition I z. B. ist:

$$v_{I}^2 = u^2 + w^2 - 2\, u\, w \cos a = u^2 + w^2 + 2\, u\, w \cos \beta;$$

für die punktirte Gegenposition II:

$$v_{II}^2 = u^2 + w^2 + 2\, u\, w \cos a = u^2 + w^2 - 2\, u\, w \cos \beta,$$

folglich die halbe Summe:

$$\frac{v_{I}^2 + v_{II}^2}{2} = v^2 = u^2 + w^2.$$

Man ersieht aus dieser Betrachtung, dass eine Windströmung bei ruhender Fläche und ebenso ein Vorwärtsflug der Fläche in windstiller Luft der geleisteten Hebekraft in erheblicher Weise förderlich sein muss.

Wenn beispielsweise eine Umlaufsgeschwindigkeit $u = 10$ m einmal allein für sich bei ruhiger Luft, ein anderes Mal zusammen mit einer Windgeschwindigeit $w = 2$ m zur Wirkung gelangt, so ist das Effectverhältniss:

$$10^2 : (10 + 2)^2 = 100 : 144.$$

Freilich ist dabei nicht ausser Acht zu lassen, dass durch die Vergrösserung und durch die Schrägrichtung der resultirenden relativen Geschwindigkeit v (siehe Fig. 6) der Neigungswinkel der bewegten Fläche gegen die Luft kleiner und in Folge dessen auch die Hebewirkung geschmälert wird, so dass eine theoretisch vollkommene Durchrechnung des Windeinflusses mit Rücksicht auf die bei den rotirenden Schraubenflügel-Flächen vorhandenen verschiedenen Umlaufsgeschwindigkeiten und Neigungswinkel wegen der Störungen und Richtungsänderungen der herankommenden Lufttheilchen unter einander keine zutreffenden Anhaltspunkte zu bieten vermag. Erst langwierige und mühevolle Beobachtungen bei praktischen, an vielerlei Flächen und unter verschiedenen Windverhältnissen durchgeführten Proben werden eine befriedigende Klarheit schaffen können über alle durch Luftströmungen verursachten Erscheinungen und Effecte.

Nicht unerwähnt gelassen sei zum Schlusse der Umstand, dass die Schwierigkeit der Experimente mit Flächen im Winde vornehmlich bedingt ist durch das Festhalten derselben an einem gegebenen Standpunkte, wie solches zum Zwecke der Beobachtung und Messung erforderlich ist, dass aber die Stösse und Störungen, das Rütteln und Zerren des Windes an den Flächen sofort aufhören würde, wenn man die Versuche mit ungefesselten, in freier Luft fliegenden Apparaten vornehmen könnte, bei welchen sich jede beliebige Lage, Schiefstellung oder Wendung in selbstthätiger Weise einzustellen vermöchte und dadurch jegliche heftige Erschütterung erspart wäre. Es gilt in dieser Beziehung eine zutreffende Analogie mit den Schiffen am Meere, welche ungefährdet und ohne Schaden zu leiden, das regellose Schaukeln der Wellen mitmachen, welchen jedoch in ihrer

Festigkeit und ihrem Gefüge sogleich arge Gefahr droht, wenn sie auf einer Sandbank festsitzen oder festliegen, weil sie dadurch die Nachgiebigkeit und Freiheit in ihren Bewegungen einbüssen und ausgesetzt sind dem ungeberdigen Anprall, dem ruhelosen, tollen Spiel der zerstörungssüchtigen Wogen.

Auszug aus den Versuchsergebnissen des Jahres 1895.

Unter Hinweis auf die voranstehenden Betrachtungen sei es mir gestattet, die nach meinem Dafürhalten sich ergebenden Schlussfolgerungen in knappen Worten punktweise aufzuzählen.

1. Die Schraubenflächen überhaupt. Vom allgemeinen Standpunkte ist hervorzuheben, dass sich horizontalumlaufende Luftschrauben wegen der Einfachheit ihres Gefüges und wegen des technisch-praktischen Betriebes für die Schaffung dynamischer Hebekraft zu Zwecken der Herstellung von Flugmaschinen sehr gut eignen.

2. Die Anzahl der Flügel. Zwei Schraubenflügel sind am besten, weil sie in bequemer Weise die sorgfältigste diametrale Symmetrie und Gewichtsvertheilung ermöglichen. Die Dreizahl würde zwar eine gleichförmigere Kraftwirkung im Kreise liefern, dagegen eine schwierigere und schwerere Bauart bedingen.

3. Die Flügelform. Die Flügel sollen in radialer Richtung lang sein und so schmal sein, dass sie an ihrer breitesten Stelle kaum ein Zehntel des Kreisringes betragen, weil sie dadurch einen kräftigen Auftrieb liefern; die ovale Libellenflügelform mit schöngerundeten Spitzen kann als zweckmässig gelten.

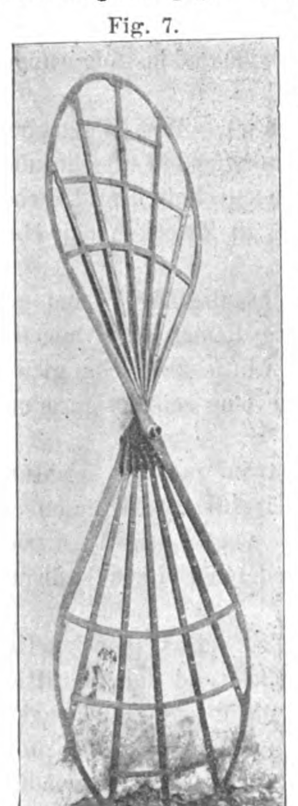
4. Die Festigkeits-Verhältnisse. Das constructive Moment ist von grösster Wichtigkeit, weil eine leichte und dabei kräftige Bauart erzielt werden muss. Die Vorderseite und die der Schraubenachse näherstehenden Partien sollen stärker und kräftiger sein, als die rückwärtigen und die nach aussenhinliegenden; so verlangt es die nothwendige Steifheit und Widerstandsfähigkeit gegen Biegung und Verdrehung. Die tragenden Armstangen und Rippen, von der Mitte ab hochkantig, gegen das Flügelende flach auslaufend, sind radial zu stellen, damit sie gegen die Flugkraftwirkung gesichert seien.

5. Die Schrägstellung. Der Neigungswinkel der Schraube, von innen nach aussen abnehmend, soll klein sein (im Druckmittelpunkte etwa nur 3—5° betragen), damit eine rasche Umlaufsbewegung und ein ökonomischer Arbeitsaufwand möglich werde.

6. Die Oberflächen-Beschaffenheit. Sowohl die Oberseite als auch die Unterseite der Flügelflächen soll vollkommen glatt, steif und fest sein; die Vorderkante; der Aussenrand, insbesondere aber auch die auslaufende Schlusskante sollen zugeschärft sein, um die Luftreibung und den Stirnwiderstand zu verringern und das Anschmiegen der entlangstreichenden Lufttheilchen zu begünstigen.

7. Material des Gerippes. Zum Zwecke von Vorversuchen eignet sich hartes, astfreies Holz ziemlich gut, weil sich dasselbe gut bearbeiten, leicht auf die passende Form bringen und zusammenfügen lässt und dabei dennoch eine verhältnissmässig grosse Festigkeit und Zähigkeit besitzt. Wegen der Feuergefährlichkeit des Holzes und dessen geringer Beständigkeit gegen Witterungseinflüsse jedoch müsste im Ernstfalle zu dem verlässlicheren, aber in Betreff der Fabrikation und Construction bedeutend theureren Stahlmaterial gegriffen werden.

Fig. 7.



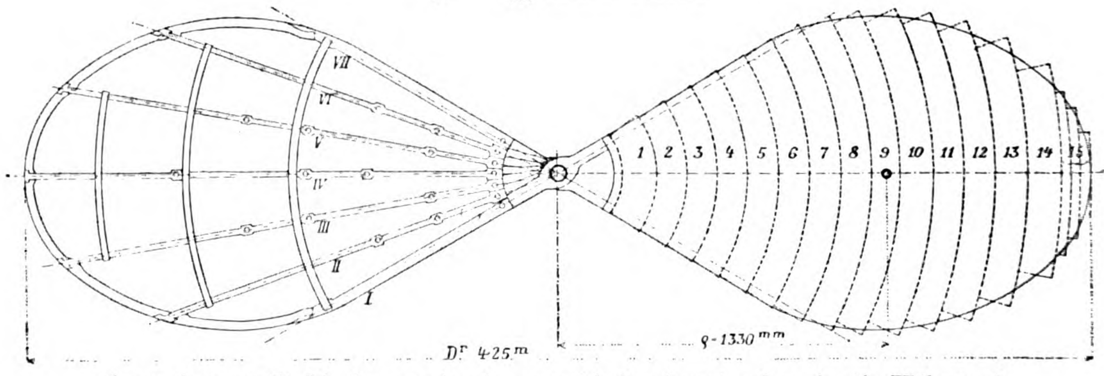
8. Material des Belages. Zur Deckung des Schraubenflügel-Gerippes können dünne Blechtafeln aus Aluminium oder Aluminiumbronze genommen werden, doch dürften hierfür auch bessere Webstoffe mit Drahtgeflecht-Einlage genügen.

Die neue Luftschraube.

Auf Grundlage der im Jahre 1895 gewonnenen Erfahrungen construirte ich eine neue Schraube von leichterer Bauart, kleiner an Dimensionen und für rascheren Umlauf bestimmt, zu deren Fertigstellung und Ausprobung Herr Dr. Heinrich Friess in Zborowitz mir abermals in rühmenswerther Weise behilflich war. Die Fig. 7 und 8 versinnlichen das Gerippe und Gefüge der neuen Luftschraube.

Sieben diametral laufende Ulmenholzstäbe, in der Mitte (bei 30 mm Stärke) flach übereinandergelegt und durch eine obere Kappe, sowie durch Holzschrauben fest zusammengehalten, sitzen auf

Fig. 8. $^{1}/_{30}$ natürl. Grösse.



einem kurzen Stahlrohr, worin vier quer hindurchgestreckte, in die Hölzer eingepasste Röhrchen die Mitnahme des Flügelrades bei der Drehung vermitteln.

Jeder einzelne Stab, genau symmetrisch zur Achse und sorgfältig ausgeglichen, hat eine entsprechende Profilirung und Stärke, ist von der Mitte ab hochkantig schief gestellt und gegen die Enden flach auslaufend gebaut. Der erste und der letzte Stab, deren Mittellinien um 60° auseinanderstehen, besitzen zugeschärfte Aussenkanten; drei Bogenleisten, sowie die Randhölzer, deren Verzapfungen eine Sicherheit gegen die Fliehkraftswirkung liefern, versteifen das Gerippe, und jederseits 26 Bohrlöcher für Riemenschrauben dienen zur Verbindung mit den Belagflächen.

Die Fig. 9 und 10 zeigen die Querschnitts-Uebergänge der Stäbe I und II in radialen Abständen von je 250 zu 250 mm.

Fig. 9. Stab I. 1/3 natürl. Grösse.

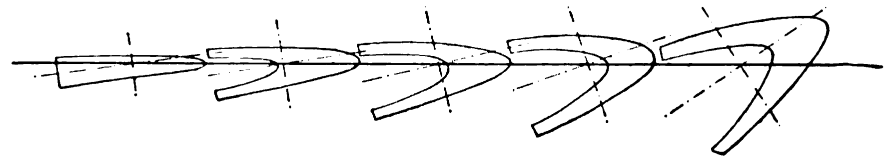
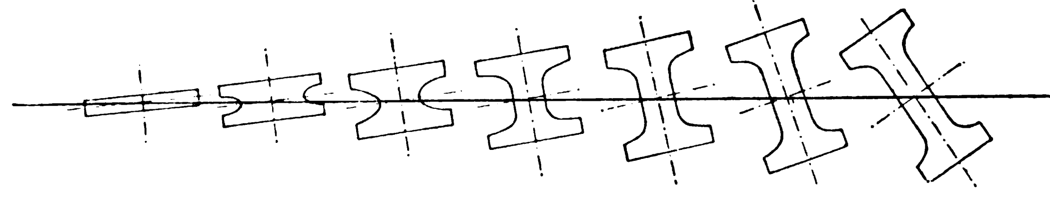


Fig. 10. Stab II. 1/3 natürl. Grösse.



Der grösste Durchmesser des Doppelflügels beträgt 4·25 m, die grösste Breite 1·240 m. Die richtige Herstellung des Gerippes bot mannigfache Schwierigkeiten, welche durch die k. k. Hofwagenfabriksfirma J. Weigl in Prerau in gelungener Weise bewältigt wurden.

Die Steigungshöhe der Schraubenfläche ist für alle Stellen gleich gross, nämlich für einen Centriwinkel von 60° 180 mm, somit für den ganzen Kreis 1·080 m. Die Tangenten der Steigungswinkel nehmen dementsprechend von Innen nach Aussen in arithmetischer Progression ab, worüber die beigefügten drei Colonnen Aufschluss geben.

Radius ρ in Millimetern	$\text{tang}\ \alpha = \frac{1080}{2 \pi \rho}$	$\alpha =$
250	0·68755	34° 30′
500	0·34377	18° 58′
750	0·22918	12° 55′
1000	0 17189	9° 45′
1250	0·13751	7° 50′
1500	0·11359	6° 32′
1750	0·09822	5° 37′
2000	0·08594	4° 55′
2250	0·07639	4° 22′

Zur Ermittelung des Druckmittelpunktes der Schraubenfläche wurde ein Flügel in 15 Ringstreifen getheilt (siehe Fig. 8), für jeden einzelnen der ausgleichende Centriwinkel, der Sector, die Grenzradien, die Flächen und die Druckmittelpunkts-Radien bestimmt, wie es die nebenstehende Tabelle ausweist.

Die Flächenprojection beider Flügel zusammen beträgt:

$$F = 2 \, \Sigma \, f = 3 \cdot 473 \text{ m}^2.$$

Der Radius des Druckmittelpunktes ergiebt sich:

$$\rho = \sqrt{\frac{\Sigma f \rho^2}{\Sigma f}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 0733}{1 \cdot 7364}} = 1 \cdot 3304 \text{ m}.$$

Der Umfang daselbst ist: $2 \pi \rho = 8 \cdot 357$ m.

Der Neigungswinkel im Druckmittelpunkte lässt sich aus der zugehörigen Tangente finden:

$$\operatorname{tang} \alpha = \frac{1080}{8357} = 0 \cdot 12923 ; \; \alpha = 7^0 22'.$$

Die Umlaufsgeschwindigkeit im Druckmittelpunkte beträgt, wenn wir mit n die Tourenzahl des Rades bezeichnen:

$$v = 2 \pi \rho \cdot \frac{n}{60},$$

folglich für:

n	v
$n = 120$	$v = 16 \cdot 714$ m
150	20·892 „
180	25·071 „
210	29·250 „
240	33·428 „
270	37·606 „
300	41·785 „
330	45·963 „
360	50·143 „

Die Aluminiumbleche zur Deckung der oberen und unteren Seite der Flügelflächen hatten 0 · 25 mm Stärke und wurden gefalzt und durch Kupferösen zusammengenietet, welche Verbindungsart sich bei dem dünnen Blechmaterial als äusserst haltbar und zweckmässig erwies. Das Gesammtgewicht der completen Schraube ist 25 kg. In Betreff der Aufstellungsart und Lagerung der neuen Schraube auf dem Eichenholzgerüste in dem Hofraume der Zborowitzer Zuckerfabrik gilt das schon bei den früheren Schraubenversuchen Gesagte. Auch der Antrieb mittelst geschränkten Riemenbetriebes durch das Locomobil blieb derselbe, desgleichen die Messung der erzeugten Hebekraft durch Belastungsgewichte, welche auf die Plattform der Decimalwage unmittelbar aufgelegt wurden. (Siehe die Fig. 4).

Es folgen einzelne Ziffernreihen aus den zahlreichen vorgenommenen Experimenten mit der neuen Schraube in chronologischer Reihenfolge mit den zugehörigen Beobachtungen und Angaben:

Tabelle zur Bestimmung des Druckmittelpunktes.

Flächenstreifen Nr.	Ausgleichender Centriwinkel des Streifens in Graden	Sector desselben für einen Radius = 1	Grenzradien, innen und aussen	Quadrate davon	Differenzen	Flächen der Streifen $f =$	Druckmittelpunkt-Radius der einzelnen Flächen $\rho =$	Abstände dieses Punktes vom inneren Streifenrand in Millimetern	Abstände dieses Punktes vom äusseren Streifenrand in Millimetern	$\rho^2 =$	$f\rho^2 =$
1	$68^1/_2$	0·5978	0·225 / 0·375	0·0506 / 0·1406	0·9000	0·0538	0·309	84	66	0·095481	0·0005
2	66	0·5759	0·375 / 0·500	0·1406 / 0·2500	0·1094	0·0630	0·4435	$68^1/_2$	$56^1/_2$	0·196692	0·0123
3	$64^1/_2$	0·5624	0·500 / 0·625	0·2500 / 0·3906	0·1406	0·0790	0·567	67	58	0·321489	0·0254
4	64	0·5586	0·625 / 0·750	0·3906 / 0·5625	0·1719	0·0960	0·691	66	59	0·477481	0·0458
5	$68^1/_2$	0·5542	0·750 / 0·875	0·5625 / 0·7656	0·2031	0·1125	0·815	65	60	0·664300	0.0747
6	63	0.5497	0·875 / 1·000	0·7656 / 1·0000	0·2344	0·1288	0·939	64	61	0·881721	0·1076
7	62	0·5400	1·000 / 1·125	1·0000 / 1·2656	0·2656	0.1434	1·063	63	62	1·129960	0·1620
8	$59^1/_4$	0·5170	1·125 / 1·250	1·2656 / 1·5625	0·2969	0·1535	1·1875	$62^1/_2$	$62^1/_2$	1·410156	0·2164
9	$55^1/_2$	0·4843	1·250 / 1·375	1·5625 / 1·8906	0·3281	0·1589	1·312	62	63	1·721344	0·2734
10	51	0·4451	1·375 / 1·500	1·8906 / 2·2500	0·3594	0·1599	1·4865	$61^1/_2$	$63^1/_2$	2·063552	0·3300
11	$45^1/_2$	0·3971	1·500 / 1·625	2·2500 / 2·6400	0·3906	0·1550	1.5605	$60^1/_2$	$64^1/_2$	2·404062	0·3726
12	$39^1/_2$	0·3447	1·625 / 1·750	2·6400 / 3·0625	0·4219	0·1454	1·6845	$59^1/_2$	$65^1/_2$	2·837540	0·4126
13	$32^1/_2$	0·2886	1·750 / 1·875	3·0625 / 3·5156	0·4531	0·1285	1·808	58	67	3·268864	0·4199
14	$24^1/_2$	0·2138	1·875 / 2·000	3·5156 / 4·0000	0·4844	0·1035	1·931	56	69	3·728750	0·3860
15	—	—	2·000 / 2·125	4·0000 / —	—	0·0552	2·060	—	—	4·241000	0·2341
						$\Sigma f = 1·7364\ m^2$					$\Sigma f\rho^2 = 3·0733$

I. 7. April 1896, Nachmittags.

Neue Schraube. $F = 3.473\ m^2$; $\rho = 1{\cdot}330\ m$.

Leergewicht der Antriebsspindel mit Stellschrauben,
Mitnehmer und Spurplatte . . . . $q_1 = 44$ kg
Eigengewicht der Schraube . . . . $q_2 = 25$ „
Gesammtgewicht auf der Plattform der Waage $q_1 + q_2 = 69$ kg

Touren der Schraube pro Minute n	Geleistete Hebekraft P kg
200	23
208	25
213	27
214	28
144	13
144	13
182	21
184	21
216	29
215	28
216	25
212	27
210	26
212	27

Das Manometer am Kessel zeigte 3 bis $3^1/_4$ Atm. Der Dampfeinlassschieber war stark gedrosselt. Es herrschte Nordwind von wechselnder Stärke, welcher, von der Berglehne herabwehend, sichtlich die Schraube herunterdrückte. Der Rauch aus der hohen Fabrikesse wurde schräg nach unten geführt. Die Aluminiumblech-Deckung blieb vollkommen intact; der Gang der Schraube war trotz der Windstösse ein sehr ruhiger.

II. 8. April 1896, Frühmorgens.

$q_1 = 44$ kg
$q_2 = 25$ „
zus. $= 69$ kg

Neue Schraube.
$F = 3{\cdot}473$
$\rho = 1{\cdot}330$.

n	P
200	25
204	26
200	25
212	28
216	30
218	31
224	33
222	32
216	30
236	37
234	36
230	35
226	$33^1/_2$
228	34
238	37
240	38
240	38
250	43
252	44
254	45
250	43
256	47
256	47
258	48
258	48

Die Kesselspannung schwankte zwischen $3^1/_2$ bis 4 Atm. Der Dampfeinlassschieber war gedrosselt.

Es herrschte anfangs grimmige Kälte und sanfter Wind ohne bestimmte Richtung, welcher zum Schlusse ganz aufhörte, worauf es zu schneien begann.

Um das Locomobil rascher laufen lassen zu können, wurde der Riemen für den Antrieb des Schwungkugelregulators herabgenommen, doch liess sich dann die Gleichförmigkeit des Ganges schwer festhalten. Um die Zählung der Tourenzahlen, welche bei dem raschen Umlauf schwierig wurde, genauer zu gestalten, wurde auf die verticale Schraubenwelle ein Zahnrädchen aufgekeilt und daneben eine kleine Hilfsspindel mit einem gleich grossen Rädchen, an welchem sich ein Tourenzähler gut anbringen liess. Die erforderliche Arbeitskraft bei 258 Touren der Schraube, beziehungsweise bei 48 kg Hebekraft liess sich auf 3 HP schätzen.

III. 30. April 1896, Nachmittags.

Neue Schraube. $F = 3{\cdot}473$ m²; $\rho = 1{\cdot}1830$ m.

$q_1 = 44{\cdot}6$ kg
$q_2 = 25{\cdot}0$ „
zus. = 69·6 kg

Der Zuwachs am Ballast um 0·6 kg rührt von dem auf der Schraubenwelle aufgebrachten Zahnrade her.

n	P
168	16
196	23
252	42
210	25
265	45
268	47
262	43
260	42
270	48
276	50
278	51
276	50
228	30
260	44
258	46
298	60
290	56
298	60
300	61

Die Dampfspannung wurde constant auf 4 Atm. gehalten und der Einlass stark gedrosselt.

Anfangs herrschte mässiger Südwind mit Regen. Ein Gewitterguss unterbrach für kurze Zeit die Experimente; dann kam Nordwind, welcher von der Berglehne herabwehend oben auf die Schraube traf und die Hebekraftwirkung herabdrückte, wodurch die mittleren Zahlen der zweiten Colonne niedriger sind, als jene beim vorangehenden Versuche II.

Der Wind drehte dann nach Nordwest und West; es begann zu stürmen und zu regnen.

Die neue Methode der Ablesung der Tourenzahlen war sehr bequem und genau. Die Leistung der Maschine bei 298 Umlaufen der Schraube, beziehungsweise bei 60 kg Hebekraft war circa 4 HP.

IV. 1. Juni 1896, Nachmittags.

$q_1 = 44{\cdot}6$ kg
$q_2 = 25{\cdot}0$ „
zus. = 69·6 kg

Neue Schraube.
$F = 3{\cdot}473$ m²
$\rho = 1{\cdot}830$ m

n	P
216	25
224	28
228	30
226	29
230	31
278	54
282	56
280	55
282	56
234	31
241	35
239	34
242	35
252	39
254	40
256	41
288	57
298	62
292	59
294	59

Es herrschte fast windstilles Wetter; der anfänglich sehr schwache Nordwind drehte nach Nordwest und hörte Abends vollständig auf. Die Dampfspannung (4 Atm. am Manometer) wurde stark gedrosselt.

Die Schraubenspindel zeigte bei den höheren Tourenzahlen das Bestreben, sich von der Plattform der Wage abzuheben. Die Ziffern der Hebekräfte P erscheinen höher als beim letzten Versuche.

Der Riemen des Schwungkugelregulators war herabgenommen.

Die Aluminiumfläche blieb vollkommen steif und tadellos, ohne irgend welche Schwankungen anzunehmen.

Die Dampfkesselspannung wurde hierauf sinken gelassen und bei gänzlich offenem Dampfeinlassschieber weiter gearbeitet.

IV. 1. Juni 1896, Nachmittags. (Fortsetzung.)

n	*P*	
276	55	Die Dampfspannung zeigte bei offenem Schieber 2 Atm. Es herrschte vollkommene Windstille.
268	52	
270	53	
264	50	
264	50	
268	52	
290	60	Die Spannung bei offenem Dampfeinlass war 2.2 Atm. Vollkommene Windstille. Die Beobachtungen sehr verlässlich. Die Maschinenarbeit bei 290 Umläufen und 60 kg Hebekraft war circa 4 HP.
292	61	
294	61·5	
288	59	
296	62	
290	60	

V. 2. Juni 1896, 6 Uhr Früh.

Neue Schraube.

$q_1 = 44{\cdot}6$ kg.
$q_2 = 25{\cdot}0$ „
zus. $= 69{\cdot}6$ kg.

$F = 3{\cdot}478$ m²
$\rho = 1{\cdot}830$ m

n	*P*	
244	39	Es herrschte vollkommene Windstille. Der Rauch der Fabrikschornsteine steigt gerade auf in die Höhe. Der Dampfeinlassschieber ist ganz offen; die Spannung spielte zwischen 1.6 und 1.9 und stieg zum Schlusse auf 2 Atm. Die Messungen sind sehr genau. Der Umlauf ruhig. Bei 292 Umläufen der Schraube begann sich die Schraubenspindel von der Schraube abzuheben und blieb in der Höhe, wobei die Stellringe ein weiteres Steigen verhinderten. Das oben angeschriebene Ballastgewicht q_1 setzt sich nämlich zusammen aus den Gewichten: Der Spindel mit Mitnehmer und 2 Stellringen 36·4 kg des Rädchens für den Tourenzähler . . . 0·6 „ der gusseisernen Fussplatte . . . . . . 8·2 „ Hierzu kommt das Schraubengewicht $q_2 = 25{\cdot}0$ „ Sobald die Hebekraft die Gewichtssumme von 69·6 kg, abzüglich des Fussplattengewichtes von 8·2 kg, d. i. also 61·4 kg erreicht, muss sich die Schraube von der Waage ablehnen, was denn auch geschah.
250	41	
262	48	
252	42	
262	48	
260	47	
264	50 5	
264	50·5	
272	53	
263	50	
265	52	
270	56	
262	51	
260	47	
268	54	
268	50	
286	59	
284	58	
282	57	
290	60	
292	61·5	
286	59	
292	61.5	

VI. 2. Juni 1896, 7 Uhr Früh.

$q_1 = 49{\cdot}6$ kg
$q_2 = 25{\cdot}0$ „
zus. 74·6 kg

Neue Schraube.
$F = 8{\cdot}473\ m^2$
$\rho = 1{\cdot}330$ m

n	P	
280	55	Um nun weitere Messungen vornehmen zu können, wurde auf die Schraubenspindel eine Büchse von 5 kg als Ballast hinzugegeben. — Die Windstille dauerte fort. Die Kesselspannung war 2·05 bis 2·20 Atm., der Dampfeinlass-Schieber vollkommen offen. Bei 308 Umläufen hob sich die Schraubenspindel von der Plattform der Waage ab; der Rechnung gemäss musste dies geschehen, sobald P die Ziffer 74·6 — 8·2 = 66·4 kg erreicht hat.
286	58	
292	60	
294	61	
295	61.5	
304	65	
308	67	
308	67	
308	67	
306	66	
304	65	
312	70	Es wurde eine weitere Büchse mit 4·3 kg Gewicht als Ballast aufgesteckt, so dass $q_1 + q_2$ = 78.9 kg betrug. Die Dampfspannung stand auf 2.25 bis 2.2 Atm. Bei der erreichten Hebekraft $P = 70{\cdot}7$ hob sich die Schraubenspindel von der Wage ab. Die Ablesungen der Tourenzahlen und der Hebekraft waren sehr verlässlich.
314	71	
312	70	
308	68	

Eine weitere Steigerung der Umlaufzahl der Schraube wurde nicht mehr vorgenommen, einmal weil die Umlaufsgeschwindigkeit der äussersten Flügelpunkte bei 300 Touren den immerhin schon gefährlichen Betrag von 66·75 m in der Secunde überschritt und zweitens, weil das Locomobil bei der übernormalen Gangart bedenklich zu tänzeln anfing.

Der Aluminiumblechbelag, sowie das Holzgefüge des Schraubengerippes blieben während der Experimente vollständig fest und sicher.

Ergebnisse der Versuche und Schlusswort.

Vor Allem steht unzweifelhaft fest, dass die Resultate der neuen Luftschraube weitaus günstigere sind, als jene der ersten Construction, und es stehen in Betreff des Effectes und der Bauart gewiss noch vortheilhaftere Werthe in Aussicht.

Die neue Schraube trägt bei einem Eigengewichte von 25 kg und bei einem Flächenausmasse von 3·473 m² mit Sicherheit 60—70 kg, also mehr als das 2½ fache des Eigengewichtes oder für jeden Quadratmeter 18—20 kg. Hierbei ist eine motorische Arbeitskraft von 4—5 HP erforderlich, so dass auf jede Pferdestärke rund 15 kg Hebekraft entfallen.

Der Factor a der allgemeinen Luftwiderstands-Formel

$$P = a F v^2 \frac{\gamma}{g}$$

ergibt unter Annahme der Grösse $\frac{\gamma}{g} = \frac{1}{8}$ für die gewöhnlichen Luftverhältnisse und mit Einsetzung von $F = 3{\cdot}473$ m² die Mittelwerthe in nebenstehender Tabelle.

Der correspondirende Werth desselben Factors a, gerechnet aus dem Neigungswinkel im Drnckmittelpunkte $a = 7^0\,22'$, beträgt: $\sin a \cos a = 0{\cdot}1272$.

Touren der Schraube in der Minute $n =$	Umlaufsgeschwindigkeit im Druckmittelpunkte in m per Secunde $v =$	Erzeugte Hebekraft in kg $P =$	$a = \frac{8\,P}{F v^2}$
180	25·071	20	0·0737
210	29·250	28	0·0754
255	35·670	46	0·0834
290	40·392	60	0·0847

Ich bin weit entfernt zu glauben, dass die vorbeschriebenen Experimente und Beobachtungen erschöpfend seien zur Beantwortung der vielen offenen Fragen über den richtigen Ban von Luftflügelschrauben; die Versuche bieten jedoch viel Lehrreiches und lassen uns die hervorragende Wichtigkeit der constructiven Seite der Aufgabe erkennen. Manche Erfahrung, die daraus gewonnen wurde, kann als eine Errungenschaft auf dem flugtechnischen Gebiete gelten.

Die thatsächlich erzeugten Hebekräfte von 60 kg und darüber erscheinen immerhin beachtenswerth und es sind meines Wissens bisher in Oesterreich und Deutschland keine derartigen Auftriebsleistungen auf dynamischem Wege erzielt worden.

Die Veröffentlichung der praktischen Folgerungen aus den Versuchsergebnissen behalte ich mir vor.

Die sportlichen Ballonfahrten des Deutschen Vereines zur Förderung der Luftschiffahrt in Berlin.

Von **Richard Assmann.**

Als am 31. August 1881 der Deutsche Verein zur Förderung der Luftschiffahrt gegründet wurde, stand in erster Linie die Aufgabe „die Lösuug des Problems der Herstellung lenkbarer Luftschiffe mit allen Kräften zu unterstützen", wie es in § 2 der ersten Statuten wörtlich heisst. Diesem Problem wurde, wie man unbedingt zugeben muss, seitens des Vereines

viel Zeit und viel Mühe geopfert: die „technische Commission" arbeitete fieberhaft, um die immer zahlreicher werdenden Projecte auf ihren Werth zu prüfen, die „Zeitschrift für Luftschiffahrt," welche im Jahre 1882 vom Vereine herausgegeben wurde, wirkte mit Wort und Bild in diesem Sinne — vergeblich! Ueberall wurde es stiller und stiller, nicht nur bei uns, sondern auch in dem Lande, in welchem die Luftschiffahrt geboren war. Dann kam die Flugtechnik an die Reihe und ernsthafte Männer, Allen voran unser unvergesslicher Lilienthal, arbeiteten an der Lösung der grossen und wichtigen Frage, welcher die Spalten unserer Zeitschrift weit offen standen und auch heute noch offen stehen!

Doch theoretisch waren und blieben diese Arbeiten, welche der Praxis in eminentester Weise zu dienen bestimmt waren, und bald kam die Zeit, in welcher im Vereine das Verlangen nach wirklicher Activität zum Durchbruch kam: die wissenschaftlichen Ballonfahrten, zunächst durch opferwillige Gönner ermöglicht, dann durch die Munificenz Seiner Majestät des Kaisers auf die höchste Stufe aller derartigen Unternehmungen gehoben, beschäftigten vom Jahre 1891 an den Verein in so hervorragender Weise, dass seine übrigen Aufgaben nothgedrungen etwas in den Hintergrund treten mussten. Nun aber hatte bei diesen Ballonfahrten ein engerer Kreis der Mitglieder nicht nur der Wissenschaft unschätzbare Dienste geleistet, sondern auch Lust und Verständniss für die Luftschiffahrt selbst erworben: „Die Meteorologen waren flügge geworden!" Nicht ohne Neid blickten die übrigen Mitglieder auf die Thaten der kühnen Forscher — der Wunsch, auch ihrerseits theilzunehmen an den Fahrten, verdichtete sich mehr und mehr und wurde, als der „Münchener Verein" für Luftschiffahrt seit dem Jahre 1891 und der „Oberrheinische Verein für Luftschiffahrt" seit 1896 die Möglichkeit bewiesen hatten, wissenschaftliche Aufgaben mit sportlichen Zwecken vortheilhaft zu verbinden, schliesslich so lebhaft, dass sich die Vereinsleitung dieser neuen Aufgabe nicht mehr entziehen konnte.

Nach sorgfältiger Prüfung der in den genannten beiden Vereinen eingeschlagenen Wege kam man zu der Ueberzeugung, dass, da manche für jene höchst vortheilhaften Vorbedingungen aus nicht zu erörternden Gründen bei uns gänzlich fehlen, man andere Wege einschlagen müsse, um das Ziel in möglichster Vollkommenheit zu erreichen.

So kam denn, nachdem es gelungen war, ein eben in der Entstehung begriffenes grosses und entwicklungfähiges sportliches Unternehmen, welches die „Berliner Sportpark-Gesellschaft in Friedenau" in das Leben rief, für unsere Aufgabe zu interessiren, folgendes Arangement zu Stande.

Der „Deutsche Verein zur Förderung der Luftschiffahrt" sowohl als auch die „Berliner Sportpark-Gesellschaft" lassen aus bestem gummirtem diagonal doublirtem Baumwollstoff je einen Ballon von etwa 1200—1300 cbm Inhalt, mit allen Hilfsmitteln der neuesten Ballontechnik ausgerüstet, er-

bauen. Dieselben sollen von dem für diesen Zweck ganz ausserordentlich günstig gelegenen Gelände des Berliner Sportparks in Friedenau möglichst oft, während der Sommermonate etwa einmal in jeder Woche unter der Führung von Sachverständigen erster Qualität aufsteigen.

Der Korb gewährt einschliesslich des Führers Platz für 4 Personen. Die Kosten der Auffahrten vertheilen sich in der Weise, dass die Sportpark-Gesellschaft das Gas und die Bedienung znr Verfügung stellt, während der Verein die übrigen Aufwendungen für Flurschäden, Hülfeleistung, Reisediäten für den Ballonführer u. s. w. bestreitet. Die Bedingungen zur Theilnahme an den Ballonfahrten, welche verschiedene Aenderungen unserer bisherigen Satzungen erheischten, sind im wesentlichen folgende:

1. Die Mitgliedschaft bei dem Deutschen Vereine zur Förderung der Luftschiffahrt ist Vorbedingung.
2. Dieselbe wird erworben durch Anmeldung bei dem Vorsitzenden unter Nennung eines vorschlagenden Mitgliedes. Im Falle mangelnder Bekanntschaft mit solchen ist persönliche Vorstellung in der nächsten Vereinssitzung, deren Termin auf Wunsch mitgetheilt wird, erforderlich. Der Vereinsbeitrag für Einheimische — Berlin und Vororte in den Grenzen des Vorortverkehrs — beträgt 20 Mk., für Auswärtige 12 Mark und ist innerhalb der nächsten 4 Wochen nach der Aufnahme an die Wechselstube der Bank für Handel und Industrie, Berlin W, Schinkelplatz 1/2 unter der ausdrücklichen, niemals fortzulassenden Angabe: „Für den Deutschen Verein zur Förderung der Luftschiffahrt“ abzuführen; andernfalls erfolgt die Einziehung desselben in Berlin durch einen Boten der Berliner Packetfahrt-Gesellschaft.
3. Für diesen Beitrag erhalten sämmtliche Mitglieder die monatlich erscheinende „Zeitschrift für Luftschiffahrt und Physik der Atmosphäre“ und die Einheimischen ausserdem nach Zahlung ihres Jahresbeitrages eine auf ihre Person lautende Dauerkarte zum Eintritt in den Berliner Sportpark in Friedenau.
4. Die Auffahrten finden bei genügender Betheiligung und günstigem Wetter etwa allwöchentlich von dem Gelände der Berliner Sportpark-Gesellschaft in Eriedenau aus — hart am Ringbahnhof Wilmersdorf-Friedenau gelegen — statt.
5. Als Fahrkostenbeitrag wird für jede Auffahrt und Person der Beitrag von 25 Mk. erhoben, welcher spätestens vor der betreffenden Auffahrt zu entrichten ist. Ausser dem Führer haben 3 Personen Platz im Ballonkorbe. Die gesammten Kosten für Gas, Bedienung, Flurschäden, Hülfe bei der Landung, Rücktransport des Ballons und Reisekosten für den Ballonführer, welche gegen 300 Mk. betragen, werden durch die Berliner Sportpark-Gesellschaft und

den Deutschen Verein zur Förderung der Luftschiffahrt bestritten. Die Rückreise der Theilnehmer erfolgt auf eigene Kosten.

6. Eine besondere Fahrtenordnung regelt die Einzelheiten.
7. Die Reihenfolge der Theilnahme an den Auffahrten wird durch Einzeichnung in eine Fahrliste bestimmt. Schriftliche Anmeldungen sind zulässig und werden nach der Reihenfolge des Einganges eingetragen. Einzeichnungen von Nicht-Mitgliedern in die Fahrliste sind nur dann gültig, wenn gleichzeitig ein Aufnahmegesuch gestellt wird.

Die „Bestimmungen über die Ausführung von Ballonfahrten“ enthalten mit Fortlassung einiger schon im Obigen erwähnten Punkte, folgendes:

4. Jedes einheimische ordentliche Mitglied, welches eine Ballonfahrt zu unternehmen wünscht, hat unter der Voraussetzung, dass es den laufenden Jahresbeitrag entrichtet hat, spätestens vor Beginn der Auffahrt einen Fahrkosten-Beitrag von 25 M. an den Schatzmeister des Vereines gegen Quittung zu zahlen, falls nicht, wie unter § 5 ausgeführt, ein höherer Betrag zu entrichten ist. Diese Quittung ist dem du jour habenden Ausschussmitgliede vor Antritt der Fahrt vorzuzeigen.

   Auswärtige sowie correspondirende Mitglieder haben ausser diesem Fahrkosten-Beitrage noch 10 M. zur Vereinskasse zu zahlen. Von jedem Theilnehmer ist vor Antritt der Fahrt die vorliegende Fahrordnung zur Anerkennung der in derselben vorhandenen Bestimmungen zu unterschreiben. Eine Verweigerung der Unterschrift schliesst die Theilnahme von der Ballonfahrt grundsätzlich aus.

   Ehrenmitglieder können unter Zustimmung des Vorstandes in jedem Vereinsjahre eine Auffahrt auf Kosten des Vereins ausführen.

5. Für die Reflectanten auf eine Ballonfahrt wird in der ersten Versammlung jedes Vereinsjahres eine Theilnehmerliste aufgelegt, in welcher Vormerkungen einzutragen sind. Letztere zerfallen in:
   a) Vormerkungen für einen Platz im Ballonkorbe für eine beliebige Auffahrt mit beliebigen Theilnehmern,
   b) Vormerkungen für einen Platz bei einer nach der Reihenfolge oder dem Termine bestimmten Auffahrt mit beliebigen Theilnehmern'
   c) Belegung sämmtlicher drei Plätze für eine beliebige Auffahrt mit einer selbstgewählten Korb-Gemeinschaft,
   d) Belegung aller drei Plätze für eine bestimmte Auffahrt mit einer selbstgewählten Korb-Gemeinschaft.

   Die Anmeldungen nach a und b dienen als Grundlage für die massgebende Liste der Mitfahrenden nach der Reihenfolge der Vormerkungen; der Fahrkosten-Beitrag ist 25 M. pro Fahrt.

   Die nach a und b eingezeichneten Personen haben ein Anrecht darauf, dass sie in der Reihenfolge der Einzeichnungen und in der sich hieraus ergebenden Korb-Gemeinschaft zu einer Auffahrt zugelassen werden.

   Im Falle mangelnder Einigung entscheidet das Loos über die Reihenfolge. Im Laufe des Vereinsjahres eintretende Mitglieder zeichnen sich in eine fernere Fahrtenliste ein, und erwerben, soweit es die Verhältnisse gestatten, in derselben Weise ein Anrecht auf Theilnahme an einer Fahrt, wie die vorher eingezeichneten Mitglieder.

Eine Vertauschung der Plätze unter den eingezeichneten Mitgliedern ist zulässig, wenn die übrigen Mitfahrenden damit einverstanden sind.

Vereinigen sich nach c drei Mitglieder zu einer besonderen Korb-Gemeinschaft, welche auf eine Fahrt in der festgestellten Reihenfolge reflectirt, so zahlt jeder Theilnehmer als Fahrkostenbeitrag 30 M.

Findet eine gleiche Verabredung nach dazu einer der Reihenfolge nach bestimmten Auffahrt statt, so bleibt der Beitrag derselbe wie sub c.

Führt ein Mitglied in einem und demselben Rechnungsjahre (1. April bis ultimo März) mehr als eine Ballonfahrt aus, so ist ausser dem entsprechenden Fahrtkostenbeitrage noch ein Fahrtkassen-Zuschuss von 10 M. zu zahlen.

Wünscht indess ein einzelnes Mitglied an einer Sonder-Auffahrt ausserhalb der Reihenfolge theilzunehmen, so sind 50 M. Beitrag zu zahlen; wünscht dies eine Korb-Gemeinschaft von 3 Personen, so zahlt jeder Theilnehmer 60 M.

Solche Sonderauffahrten können nur unter der Voraussetzung veranstaltet werden, dass ein zweiter Ballon gebrauchsfertig zur Verfügung steht, sodass die Reihenfolge der regelmässigen Auffahrten keine Unterbrechung erleidet.

Bei Sonderfahrten wird kein Fahrtkassen-Zuschlag erhoben, wenn Mitglieder mehr als eine Auffahrt in demselben Rechnungsjahre ausführen.

6. Die Anzahl der Theilnehmer an einer Auffahrt soll im Allgemeinen einschliesslich des Ballonführers vier betragen. Hält der Ballonführer indess eine Verringerung derselben aus irgend einem Grunde, welcher die Sicherheit der Fahrt betrifft, für erforderlich, so hat, wenn eine Einigung nicht erfolgt, das Loss darüber zu entscheiden, wer von den Theilnehmern auszuschliessen ist. Solchergestalt Ausgeschlossene erhalten einen Vorzugs-Anspruch auf die nächstfolgende regelmässige Ballonfahrt. Die übrigen an der Fahrt Theilnehmenden haben den in Folge des Ausschlusses entstehenden Ausfall in den Fahrtkostenbeiträgen zu decken.
7. In den Monaten April bis einschliesslich September soll im allgemeinen wöchentlich eine regelmässige Auffahrt erfolgen, doch kann ein bestimmter Tag hierfür nur dann festgehalten werden, wenn dies die Witterung und der Zustand des Ballon-Materiales gestatten.
8. Die Auffahrten sollen im Allgemeinen in den ersten Nachmittagsstunden stattfinden und vor Sonnenuntergang enden, sodass Entleerung und Bergung noch vor Eintritt der Dunkelheit und der Transport des Ballons zur nächsten Bahnstation noch an demselben Tage bewirkt werden können.

   Wünscht eine Korb-Gemeinschaft am Vormittage, d. h. zwischen 8 Uhr morgens bis 1 Uhr mittags eine Fahrt zu unternehmen, so erhöhen sich die Fahrtkosten-Beiträge um die Hälfte, für eine Nachtfahrt aber, d. h. zwischen Sonnen-Untergang und Sonnen-Aufgang auf das Doppelte der sonst in Frage kommenden Sätze.
9. Treten einer festgesetzten Auffahrt Hindernisse in den Weg, welche in den Witterungsverhältnissen oder in der Beschaffenheit des Ballonmateriales ihren Grund haben, so erleiden die Rechte der Fahrt-Gemeinschaft nur eine zeitliche Verschiebung unter Wahrung der vorher festgestelten Reihenfolge. Kommt indess eine Auffahrt durch Schuld angemeldeter Theilnehmer nicht zu Stande und sind Ersatz-Theilnehmer nicht zu beschaffen, so sind die ersteren zur Zahlung der vollen Kosten für Füllung und andere Aufwendungen verpflichtet.

--

10. Der Fahrten-Ausschuss, oder das von demselben beauftragte du jour habende Mitglied entscheidet über die Termine für die Fahrten und deren Vorbereitung. Die Entscheidung über die Ausführung einer Fahrt steht in erster Linie dem Ballonführer zu. Das du jour habende Ausschuss-Mitglied hat auf dem Ballonplatze alle vorbereitenden Anordnungen für die Abfahrt verantwortlich zu treffen. Seinen Weisungen ist unweigerlich Folge zu leisten. Ist der Ballon ordnungsmässig abgewogen, so übernimmt der Ballonführer das Commando über denselben.
11. Nach Abgabe des Commandos „Los" durch den Ballonführer stehen die Theilnehmer an der Fahrt im strengsten Sinne unter dem Befehle des ersteren. Derselbe hat unter thunlichster Berücksüchtigung der Wünsche der Mitfahrenden über die Höhe und Dauer der Fahrt, über Landung nach Ort und Zeit, sowie über alle ihm erforderlich scheinenden Massnahmen während und nach der Fahrt bis nach der Verpackung des Ballons endgültig zu entscheiden. Einwendungen oder Zuwiderhandlungen gegen die Anordnungen des du jour Habenden oder des Ballonführers führen zunächst zum Ausschluss von der beabsichtigten Fahrt und auf Grund eines gemeinsamen Beschlusses des engeren Vorstandes und Fahrten-Ausschusses zum Ausschluss aus dem Vereine bei Verlust aller bisher eingezahlten Beiträge.
12. Weder der Verein, noch dessen Organe, ebensowenig der Ballonführer übernehmen eine weitere Verantwortung für etwaige Beschädigungen der Mitfahrenden, als dieselbe der pflichtmässigen Berücksichtigung aller gebotenen Vorsichtsmassregeln entspricht.
13. Der Ballonführer ist verpflichtet, eine gewisse näher zu bestimmende Reihe einfacher meteorologischer oder allgemein physikalischer Beobachtungen bei jeder Ballonfahrt auszuführen, wobei er sich von den Mitfahrenden soweit thunlich unterstützen lassen kann. Ausserdem ist ein Ballon-Tagebuch zu führen, in welches alle in irgend einer Beziehung interessant erscheinenden Einzelheiten, womöglich mit Zeichnungen versehen, einzutragen sind. Spätestens 8 Tage nach der Fahrt sind sämmtliche Aufzeichnungen im Original, oder in sorgfältigen Copien an den Vereins-Vorsitzenden abzuliefern. Von photographischen Aufnahmen, welche durch den Ballonführer oder die Mitfahrenden gemacht werden, sind ebenfalls Copien zur Anlegung eines Vereins-Fahrten-Albums abzuliefern.
14. Von Instrumenten sind bei jeder Auffahrt mitzuführen: ein sorgfältig geprüftes Aneroidbarometer, ein Barograph, ein einfaches Aspirationsthermometer und ein Compass; ausserdem die nöthigen Karten. Dieselben werden vom Vereine geliefert und im Stande erhalten, sind nach jeder Fahrt von den Theilnehmern persönlich mit zurückzubringen und durch den Ballonführer an den Ballon-Aufseher im Sportpark abzuliefern. Für einen Verlust derselben während einer Ballonfahrt bis zum Wiedereintreffen der Theilnehmer haben die letzteren voll aufzukommen, falls nicht „höhere Gewalt" den Grund hierfür abgegeben hat.

Obige Bestimmungen über die Ausführung von Ballonfahrten erkenne ich durch meine Unterschrift als für mich verbindlich an.

Datum ……………………………… Name ………………………………

………………………………………… ………………………………………………

Nach längeren Verhandlungen mit verschiedenen Firmen wurde der bekannten Ballonfabrik von August Riedinger in Augsburg der Auftrag zum Bau von zwei gummirten Ballons von 1200 cbm Inhalt ertheilt. Die Netze wurden bei Troitzsch in Schöneberg-Berlin, die Ventile bei F. W. Müller jun. in Berlin bestellt; beide Fabrikanten waren hochherzig genug, zur Unterstützung unserer Pläne je ein Netz und ein Ventil dem Vereine als Geschenk zu überweisen, wofür ihnen auch an dieser Stelle herzlich Dank gesagt sei. Die Körbe, von welchen der eine seitens des Commandeurs der Luftschiffer-Abtheilung in dankenswerthester Weise gestiftet wurde, wurden in Sagan bei R. Rissmann angefertigt.

So war am 15. Juni, als der erste Ballon von Augsburg eintraf, alles zur Montirung bereit, und unter der unermüdlichen Leitung des Herrn Lieutenant E. von Kleist gelang es, denselben bis zum 18. Juni gebrauchsfertig zu montiren, sodass er nachmittags 4½ Uhr unter den Augen Ihrer Königlichen Hoheiten des Prinzen und der Prinzessin Friedrich Leopold seine erste Auffahrt ausführen konnte, an welcher Herr Premierlieutenant Neumann von der Luftschiffer-Abtheilung als Führer, die Herren Lieutenants von Kleist und Guse als Passagiere und Herr Berson als Beobachter theilnahmen. Nun galt es aber, den Ballon so schnell wieder zurückzubefördern und gebrauchsfertig zu machen, dass er schon nach 2 Tagen, d. h. am Sonntag den 20. Juni bei Gelegenheit des Centenar-Sportfestes, dessen Gruppe „Landsport" im Berliner Sportpark ihre Festlichkeiten veranstaltete, abermals aufsteigen konnte. Dank der bekannten Energie des Herrn Berson gelang dies in der That, sodass am 20. Juni um 3 Uhr abermals unter den Augen derselben Prinzlichen Herrschaften, welche als Vertreter des Kaiserpaares dem Centenar-Sportfeste beiwohnten, der Ballon unter der Führung des Herrn Berson aufstieg, während die Herrn Lieutenant von Tiedemann und Ingenieur Lentz als Passagiere, Herr Dr. Süring aus Potsdam als Beobachter theilnahmen. Eine dritte Auffahrt fand am Sonntag den 27. Juni mit den Herren Baron von Ziegler-Klipphausen, Lentz, Bergner unter Führung des Herrn Berson statt. Bei dieser Fahrt wurde, um eine Vereinigung der verschiedenen im Sportpark Friedenau heimischen Sports anzubahnen, eine Verfolgung des Ballons durch Radfahrer vorgenommen und zwar mit so gutem Erfolge, dass der bekannte Radfahrer A. Köcher schon nach 4 Minuten, als zweiter unmittelbar hernach Herr Stein und als Dritter nach 6 Minuten Herr Denk am Landungsort bei Wustermark nächst Nauen eintrafen. Ueber seine Fahrt gab der Erstgenannte folgende Schilderung:

„Um 4 Uhr 5 Minuten fuhren wir vom Sportpark Friedenau fort und nahmen unsern Weg zunächst nach Zehlendorf. Dort untersuchten wir genau die Windrichtung und entschlossen uns dann, durch den Grunewald nach Beelitzhof zu fahren, um uns dort von einem Fährmann nach dem jenseitigen Havelufer übersetzen zu lassen, was indess in Ermangelung des Fährmannes nicht ausführbar war. Nach Ueberlegung nnd Zeitnahme

sagten wir uns, dass der Ballon bereits aufgestiegen sein müsste, und sahen ihn auch bald ungefähr in der Richtung von Schmargendorf hoch am Horizont. Nach Beobachtung seines Kurses musste er ungefähr bei Gatow oder Pichelswerder die Havel kreuzen. Wir zogen deshalb vor, noch diesseits der Havel zu bleiben und die Schildhornchaussée am Havelufer entlang zu fahren. Bei Schildhorn sahen wir dann den Ballon direkt über uns. Da er jetzt dem Anscheine nach still stand, liessen wir uns nieder, nahmen einen hohen Kiefernast als Anhaltspunkt und fluchteten so genau den Stand bezw. den Kurs, den der Ballon nunmehr einzuschlagen anfing, aus. Infolge dieser Beobachtung mussten wir das jenseitige Havelufer zu erreichen suchen, fuhren also nach Pichelswerder, überschritten dort die sogenannte Sechserbrücke, durchquerten Pichelswerder und liessen uns dort von einem Fährmann nach Pichelsdorf übersetzen. Wir schlugen uns dann auf Sandwegen in nordwestlicher Richtung durch bis zur Spandau-Potsdamer Chaussee, verfolgten diese etwa fünf Kilometer weit aufwärts, wendeten uns dann abermals nach Nordwesten auf Landwegen, durchquerten die Ortschaft Seeburg, hatten hier wieder den Ballon immerwährend über uns, fuhren weiter nordwestlich, erreichten dann die Hamburger Chaussee und verfolgten diese bis Rohrbeck. Hier nahm der Ballon wieder eine mehr nördliche Richtung (Finkenkrug) an. Jetzt waren wir in den Sandwegen vollständig festgefahren, sahen auch den Ballon nicht mehr. Da wir nach der Karte das Nutzlose unserer jetzigen Fahrtrichtung einsahen, fuhren wir wieder nach der Hamburger Chaussee zurück, um über Nauen die Richtung des Ballons wieder zu erlangen. Auf die alte Chaussee zurückgekehrt, blieb der Ballon unserm Gesichtskreis immer noch fern, musste also wohl eine mehr niedere Luftschicht erreicht und dadurch eine mehr nördliche Richtung erhalten haben. Jetzt schlugen wir ein sehr scharfes Tempo ein und sahen in Wustermark bereits die Dorfjugend herausstürmen, ein sicheres Zeichen, dass sich dort etwas Aussergewöhnliches ereignete. Auf unsere Frage, ob hier vielleicht ein Ballon niedergegangen, rief man allseitig: „Dort, dort! Am Ausgange Wustermarks sahen wir dann den Ballon in einem Gerstenfeld glatt gelandet. Unter allgemeinem Erstaunen meldeten wir uns zur Stelle, worauf wir folgende Telegramm-Niederschrift entgegennahmen: „Köcher als Erster, Stein als Zweiter haben den Ballon kaum 5 Minuten nach der Landung abgefasst. Bei Wustermark 7 Uhr 33 Minuten, den 27. Juni 1897, Berson.“ In schnellstem Tempo fuhren wir nun über Spandau und Charlottenburg zum Sportpark Friedenau, wo wir um 9 Uhr 15 Minuten eintrafen, um die Depesche dem dortigen Vorstand einzuhändigen.“

Am Freitag, den 9. Juli, stiegen beide Ballons zu Nachtfahrten auf: der erste, von Herrn Premierlieutenant v. Siegsfeld geführt, mit Herrn Ingenieur Lentz um 10 Uhr, der zweite, von Herrn Premierlieutenant v. Lekow geführt, mit den Herren Graf von Kessler und Lieutenant

Fr. v. Richthofen zu einer Sonderfahrt um 11 Uhr Abends. Der erste Ballon landete nach etwa 14stündiger Fahrt (die, von 8 bis ½10 Uhr früh durch einen „Frühstücksabstieg" unterbrochen, in zwei getrennte Fahrten zerfiel) bei Jarotschin in Posen; der zweite ging über die russische Grenze und landete nach 12stündiger Reise bei Kalisz in Polen, Dank der Orts- und Sprachkenntniss seines Führers, ohne „Sibirien", wenn auch nach längeren Verhandlungen mit den russischen Grenz- und Zollbehörden. Am 18. Juli fand bereits die 6te Auffahrt statt; der Ballon landete nach 4 Stunden mit den HH. Berson, Henneberg und Kap. Ltnt. Lans in den Wäldern bei Briesen, nahe Frankfurt a. O., nachdem 2800 m Höhe erreicht worden waren.

Kleinere Mittheilungen.

Kapitän Baden-Powell's Kriegsdrachen. Die Möglichkeit, Drachen für militärische Zwecke auszunutzen hat schon seit Jahren die Aufmerksamkeit hervorragender Luftschiffer erregt; am nächsten ist der Lösung des Problems aber jedenfalls der Kapitän Baden-Powell von den Scots Guards gekommen. Einem Mitarbeiter der „Daily Mail", welcher ihn kürzlich zu diesem Zweck aufgesucht, theilte der Kapitän folgende interessante Einzelheiten über seine Versuche mit:

„Von vorn herein muss ich bemerken, sagte Baden-Powell, dass eine grosse Menge militärischer Zwecke erreicht werden könnte, wenn man im Besitze eines Apparates wäre, der hoch in die Luft zu steigen vermöchte und dort schwebend erhalten werden könnte. Zu diesen Zwecken zähle ich Signalisiren, Photographiren und das Emportragen eines Mannes, welcher aus bedeutender Höhe einen Einblick in die Stellungen und Anordnungen des Feindes zu gewinnen im Stande sein müsste; hauptsächlich waren es diese letzten Ideen, welche mich zum Anstellen meiner Versuche veranlassten.

Fesselballons besitzen eine grosse Menge Nachtheile, von denen der hauptsächlichste der Mangel an Stabilität bei starkem Winde ist. Weht der Wind mit etwas mehr Stärke als dreissig (englische) Meilen in der Stunde, so schwankt der Ballon so kräftig hin und her, dass er für Beobachtungszwecke unbrauchbar ist. Die Mitführung von Ballons ist überdies mit Schwierigkeiten verbunden und das nöthige Gas nicht immer leicht zu beschaffen.

Ich begann mit Drachen verschiedener Arten meine Versuche; nach vielen Fehlschlägen gelang es mir einen Drachen herzustellen, der aus einem 36 Fuss hohen und mit Cambric (Baumwolltaft) überzogenen, sechseckigen Rahmen aus Bambus bestehend, einen Mann vom Erdboden zu heben im Stande war — nicht sehr hoch, aber hoch genug, um zu beweisen, dass meine Theorie richtig war. Ich habe auch mehrere kleine Drachen anstatt eines grossen versucht und bin der Ansicht, dass diese sich bei leichtem Winde besser bewähren, bei starkem Winde hingegen würde ich einem, durch mehrere Leinen gehaltenen, grossen Drachen den Vorzug geben.

Selbstverständlich ist mein Drachen noch ein keineswegs vollkommener, aber ich bin fortwährend ihn zu verbessern bemüht, und es werden, sobald das Wetter es gestattet, neue Versuche bei Aldershot zur Ausführung gelangen. Ich bin durch meinen grossen Drachen 100 Fuss hoch emporgehoben worden und habe neun *stone* (à 14 engl. Pfund à 0,453 Kilo) wiegende Sandsäcke bis zu einer Höhe von 800 Fuss, in welcher sie fast einen ganzen Tag schwebend erhalten wurden, emporsteigen lassen.

Zum Signalisiren habe ich einen Verschlussapparat hergestellt, der indessen mehr für Manöverzwecke geeignet ist, und mit welchem der Kapitän Tupper in Portsmouth sehr befriedigende Versuche angestellt hat. Sein diesbezüglicher Bericht an die Admiralität lautet so günstig, dass diese die Fortsetzung der Versuche angeordnet hat. Kapitän Tupper fand, dass Mittheilungen zwischen Schiffen durch windwärts aufsteigende Drachen sehr gut möglich wären, und eine amerikanische Zeitschrift empfahl die Legung eines Telephondrahtes zwischen Schiffen auf dieselbe Weise. Bisher ist dies letztere meines Wissens noch nicht versucht worden, doch halte ich es für recht gut möglich.

Ich habe auch einige Versuche in Emporheben von Explosivstoffen unternommen, in der Absicht, dieselbe in Kriegszeiten in feindliche Forts und Erdwerke niederfallen zu lassen. Auch in dieser Hinsicht sind meine Versuche von Erfolg gekrönt gewesen, ich habe gefunden, dass, wenn die den Drachen haltende Leine durch kleinere, in gewissen Zwischenräumen angebrachte Drachen unterstützt wird, sie in fast unbegrenzter Länge ausgegeben werden kann, so dass die Entfernung bis zu dem Angriffsobject keine Rolle spielt. Eine der wichtigsten Nutzanwendungen des Drachens ist aber vielleicht die für photographische Zwecke. Wenn eine Camera hoch in der Luft aufgehängt werden könnte, so dass sie ein Bild von dem, was sich unter ihr befindet, wiedergiebt, so würde dies zur Entdeckung der Geschützaufstellung in einem feindlichem Fort, sowie auch zur Herstellung von Karten eines unbekannten Geländes von unschätzbarem Werthe sein. Diese Photographie, sagte Kapitän Baden-Powell, wobei er das ausgezeichnet scharfe, aus einer auf 400 Fuss geschätzten Höhe aufgenommene Bild eines Hauses mit Umgebung, auf welchem jeder Stein, jede Erhöhung deutlich erkennbar war, vorlegte, wird beweisen, was in dieser Hinsicht geschehen kann.

Ich habe mit meinem Drachen eine Höhe von 1500 Fuss erreicht, von welcher aus natürlich eine sehr grosse Fläche sichtbar sein muss und sehr nützliche Photographien aufgenommen werden könnten.

Ich benutze gegenwärtig eine Camera, deren Verschluss sich erst nach dem Verbrennen eines langsam glimmenden Zünders löst, doch habe ich auch eine solche mit einem Uhrwerk eingerichtet, die es mir ermöglichen wird, ein halbes Dutzend Aufnahmen in im Voraus geregelten Zwischenräumen zu machen.

Wie Sie sehen kann ich meinem Drachen viele Vortheile nachrühmen; ausser den von mir aufgezählten verdient noch die Leichtigkeit, mit welcher er fortgeschafft werden kann, Erwähnung. Der ganze Apparat wiegt einschliesslich einiger Reservetheile nur 110 (englische) Pfund und kann bequem von zwei Leuten getragen werden.

Es werden noch weitere Versuche vorgenommen werden, und ich hoffe schliesslich noch einen Drachen herzustellen, der für militärische Zwecke von grossem praktischen Nutzen sein wird“.

(Aus „United service gazette“, Mai, 1897.) **Berghaus.**

Zu den Flugtechnischen Studien von J. Popper, Heft I und 3, 1897. Getreu seinen schon früher ausgesprochenen Ansichten über den Wellenflug hat auch diesesmal der Verfasser diese Flugart als unpraktisch und unökonomisch erklärt und versucht, hierfür den Beweis zu erbringen.

Aber die Methode, die Herr Popper bei dieser Beweisführung einhält, ist meiner Meinung nach nicht geeignet zu überzeugen; sie kann höchstens Zweifel erregen.

Herr Popper sucht mit Argumenten, aber nicht durch klare Rechnung auf den Leser einzuwirken und ihm seine Ueberzeugung beizubringen, macht aber dabei Voraussetzungen, die mit den wirklichen Thatsachen im grellsten Wiederspruche stehen.

So nimmt er (Seite 59) an, es stehe ihm vollständig frei, die Tiefe der Einbuchtung der Welle willkürlich anzunehmen, also auch jene mit der Einbuchtung gleich Null. Eine solche Annahme ist aber ganz unzulässig, denn die Tiefe der Welle ist eine bestimmte, von der Individualität des Fliegers allein abhängige Grösse. Ist der Vogel schwer und sind seine Flügelflächen klein, so muss er eine sehr tiefe Welle mit kleinem Radius, wie sie z. B. der Specht auszuführen gezwungen ist, beschreiben; ist der Vogel leicht und verfügt er über eine grosse Segelfläche, so geht das Einsinken in die Luft nicht so rasch vor sich, wie im ersteren Falle, und die Welle wird weniger tief ausfallen.

In Folge dieses unrichtigen Argumentes ist der daraus gezogene Schluss (Seite 59 u. 60) unhaltbar. —

Mit ebenso geringer Ueberzeugungskraft scheinen mir die von Herrn Popper auf S. 19 u. 20 ausgesprochenen Ansichten zu wirken, ja sie enthalten eigentlich, sicher ohne das es der Verfasser wollte, ein Loblied für den Wellenflug, denn er giebt darin ausdrücklich die Ausführbarkeit dieser Flugart und die Möglichkeit des durchschnittlich horizontalen Fluges zu, nur meint er der Kraftverbrauch wäre übergross; den Beweis dafür ist er aber ganz schuldig geblieben.

Nach meiner Meinung handelt es sich in der Luftschiffahrt immer ganz besonders darum, die Möglichkeit des Vorwärtskommens nachzuweisen, und eben diese werthvolle Möglichkeit ist beim Wellenflug durch den des Adlers und des Aërodroms und durch die Segeltheorie erhärtet, während für den Ruderflug ein solcher Beweis nicht vorliegt.

Herr Popper würde sich ein grosses, seinen schätzbaren mathematischen Kenntnissen entsprechendes Verdienst um die Flugtechnik erwerben, wenn er die Frage des Wellenfluges an einem praktischen Beispiel behandeln würde. Z. B. lasse er einen 100 kg schweren, mit einer Segelfläche von 100 m^2 ausgestatteten Flugkörper einmal als Wellenflieger, das andere mal als Ruderflieger einen Weg von 1000 m durchschnittlich horizontal zurücklegen und ermittle in beiden Fällen die Grösse der erforderlichen motorischen Betriebskraft. Aus einer solchen Rechnung würde man unschwer erkennen, welche Flugart die geringste motorische Kraft erheischt.

Ich glaube, die Resultate, welche Professor Miller-Hauenfels fand, werden sodann auch von Herrn Popper als vollständig richtig bestätigt werden müssen und diese concentriren sich in dem Satze: beim Wellenflug entfällt die Gewichts- oder Schwebearbeit gänzlich, während der Ruderflieger von dieser grossen Leistung nicht zu befreien ist, daher ist der motorische Kraftaufwand für den Wellenflug ungleich kleiner als jener für den Ruderflug.

Die Praxis kann daher nur den Wellenflug anstreben.

Wien, 28. Mai 1897. A. Platte.

Zum Artikel des H. Kreiss in Heft 3. d. J. Die März-Nummer der Zeitschrift unseres Vereins enthält einen Artikel von Herrn Kreiss: „Lenkbarer Luftballon oder Flugmaschine", in welchem dieser Herr die Anwendung der Schraube innerhalb eines cylindrischen Mantels zur Erzielung eines grösseren Nutzeffectes resp. Widerstandes als **seine** „neue" Idee zur Verwirklichung sowohl des lenkbaren Luftballons, als des dynamischen Fluges ausgiebt.

Beifolgend übersende ich die Patentschrift D. R. P. No. 82482, aus welcher man ersehen mag, dass ich auf diese Erfindung bereits im Jahre 1894 ein Patent erhalten habe.

Ich war und bin noch der Meinung, dass angesichts der leicht beweglichen Materie, welche wir in der Luft vor uns haben, das Schaffen eines grösseren Widerstandes erste Voraussetzung der Lösung der Luftschiffahrt sei. Als ich die

Lösung dieses Problems gefunden hatte, meldete ich in den Hauptländern Patente an. Ich that das nicht etwa, um sie praktisch zu verwerthen, — ich wusste wohl, dass dazu grössere Mittel erforderlich als verfügbar sind — sondern um mir für alle Zeiten die Vaterschaft dieser Idee zu sichern.

Nachdem ich das Patent angemeldet hatte, ging ich zu Lilienthal und setzte ihm meine Ideen auseinander.

Otto Lilienthal hatte grosses Interesse für dieselben und empfahl mir, mit denselben auch Herrn Ingenieur Kreiss hier resp. Wandsbeck bekannt zu machen. Ich begab mich damals — das sind nun schon 2 Jahre her — zu Herrn Kreiss und setzte ihm meine Ideen und Erfindungen an der Hand von Zeichnungen in einer langen Conferenz ausführlich auseinander. Auch Lilienthal's Einwendungen (die er nebenbei bemerkt später infolge von ihm gemachter Erfahrungen für unberechtigt erklärte) theilte ich ihm mit.

Man wird es mir nachfühlen können, dass ich das von Herrn Kreiss beliebte Verfahren nicht schweigend hingehen lasse.

Hamburg, den 26. April 1897. R. E. May.

PATENTSCRIFT

— Nr. 82482 —

KLASSE 77: SPORT.

RAPHAEL ERNST MAY IN HAMBURG.

Luftschiff mit einem in einem Rohr arbeitenden Schraubenpropeller.

Patentirt im Deutschen Reiche vom 2. October 1894 ab.

Gegenstand der vorliegenden Erfindung bildet ein an dem vorderen Rohrende angebrachter Luftfänger, der einerseits als Tragfläche und andererseits dazu dienen soll, dem die Fortbewegung des Luftschiffes bewirkenden Schraubenpropeller die Luft in verdichtetem Zustande zuzuführen.

An dem Vorderende des cylindrischen Rohres ist der Schraubenpropeller angeordnet, der in irgend einer Weise in rasche Umdrehung versetzt werden kann. Vor diesem Propeller ist der trichterförmige, unten offene Luftfänger angeordnet, der durch geeignete Vorrichtungen auch verstellt werden kann.

Der Zweck und die Wirkung dieser Anordnung ist nun wie folgt:

Die Wirkung eines Schraubenpropellers ist abhängig von der Dichte des Mediums, in welchem er sich bewegt. Bei einem in Luft arbeitenden Propeller wird daher die Wirkung nur eine geringe sein. Man kann aber dadurch eine grössere Wirkung erzielen, dass man die Luft unter erhöhtem Druck bezw. in verdichtetem Zustande zu dem Schraubenpropeller gelangen lässt.

Der Luftfänger wirkt ausserdem noch in anderer Weise, nämlich als Tragfläche. Bei der Vorwärtsbewegung des Luftschiffes tritt nämlich der Luftstrom mit einer gewissen relativen Geschwindigkeit gegen eine aufwärts gerichtete Fläche und übt daher gegen diese Fläche einen gewissen Druck aus, den man sich in eine Horizontal- und eine Verticalcomponente zerlegt denken kann. Bei schwacher Neigung der Fläche wird die Verticalcomponente die bei weitem grössere sein, d. h. der relativ gegen die Fläche sich bewegende Luftstrom wird das Bestreben haben, die Fläche zu heben.

Um nun die Möglichkeit zu haben, den auf den Luftfänger ausgeübten Druck den Verhältnissen entsprechend verändern zu können, ist der Luftfänger an dem Rohre beweglich angebracht. Die Verstellung kann natürlich in beliebiger Weise

bewirkt werden. Durch geeignete Verstellung des Luftfängers in Verbindung mit dem am hinteren Rohrende angebrachten zweiten Luftfänger kann man das Ansteigen bezw. Niedersinken des Luftschiffes leicht und sicher bewirken.

Die Horizontalcomponente setzt zwar der Vorwärtsbewegung des Luftschiffes einen gewissen Widerstand entgegen, doch wird dieser Verlust bei Berücksichtigung der gesteigerten Wirkung der in der verdichteten Luft arbeitenden Schraube nicht in Frage kommen.

Patent-Anspruch:

Luftschiff mit einem in einem Rohr arbeitenden Schraubenpropeller, gekennzeichnet durch einen am vorderen Rohrende angebrachten verstellbaren halbtrichterförmigen, unten offenen Luftfänger, welcher die Luft der Flügelschraube in verdichtetem Zustande zuführen und zugleich als Tragfläche dienen soll.

Erwiderung.

Herr A. Samuelson hat das von mir angegebene Experiment, wonach es unter besonderen Umständen gelingt, einen mit Zeug überspannten Drahtring so gegen die Luft zu bewegen, dass er keinen Luftwiderstand gegen die Bewegungsrichtung erfährt, einer Kritik unterzogen in der Art, dass er es anders machte als ich vorgeschrieben habe und zu einem andern Resultate gekommen ist

Während bei der vorgeschriebenen Bewegungsart nur ein momentaner Stoss erfolgen soll, welcher den Ring in Bewegung setzt und schon aus diesem Grunde im folgenden Zeitmomente kein Zug (Widerstand) gefühlt werden kann und gefühlt werden darf, weil die Fäden momentan schlaff werden müssen, wenn die grundlegende Bedingung erfüllt sein soll, scheint Herr Samuelson in ganz willkürlicher Weise vorgegangen zu sein. Er zeigt damit, dass er wohl nicht recht verstanden hat, worum es sich handelt.

Dieser Gedanke erklärt mir auch sein allgemeines Vorgehen gegen meine Arbeiten, welches er besser durch sachliche Einwendungen ersetzt hätte.

Im Uebrigen ist es Erfahrungssache, dass sich die heftigste Opposition einstellt, wenn man eine alte, wurmstichige Theorie angreift. Dies war zu allen Zeiten so und die Heftigkeit des Angriffes wird nicht als Kriterium für den Werth einer neuen Anschauung dienen können [1]).

Kreuznach, den 30. Juni 1897.

Emil Jacob.

[1]) Wir ertheilen Hrn. Dr. Jacob an dieser Stelle das Wort zur Vertheidigung; können aber die Bemerkung nicht unterdrücken, dass wir weder seine Ansicht von der „alten, wurmstichigen Theorie“ (!) zu theilen vermögen noch sonst uns mit seinen sehr gewagten Anschauungen identificiren. Die Redaction.

Die gleichzeitigen wissenschaftlichen Ballonfahrten vom 14. November 1896.

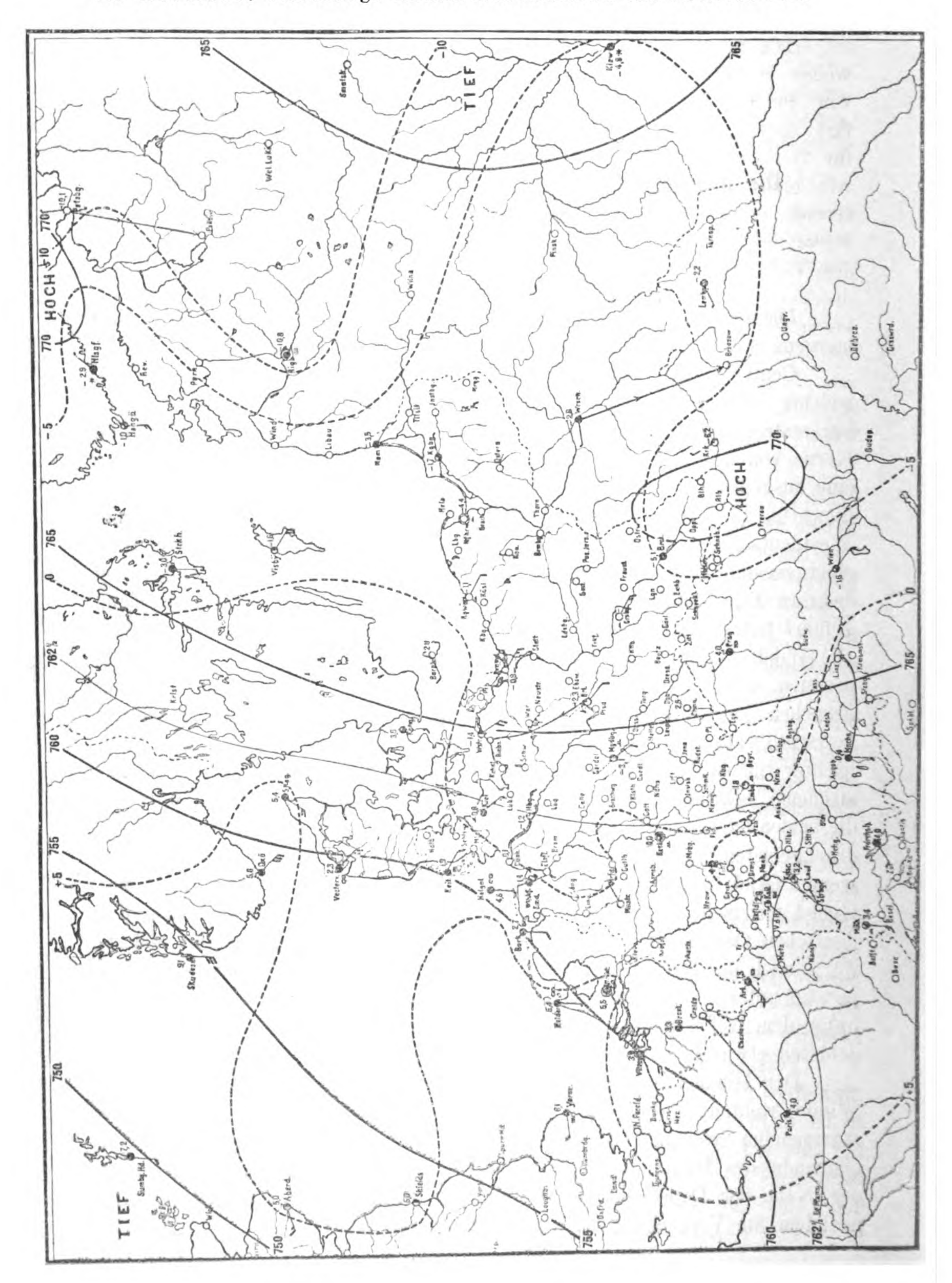
Von **Richard Assmann.**

(Schluss.)

Die nach der Wetterkarte der Deutschen Seewarte vom 14. November morgens 8 Uhr entworfene Karte (s. S. 178) zeigt uns Folgendes.

Centraleuropa war von einem Rücken hohen Luftdruckes überlagert, welcher sich von der Iberischen Halbinsel bis nach dem Weissen Meere hin erstreckte und im Nordosten sowohl wie über Schlesien und Mähren Kerne von mehr als 770 mm Barometerstand besass. Vom Westen her drang eine ausgeprägte, theilweise von starker Luftbewegung umgebene Depression ostwärts, an ihrer Vorderseite eine Ausbuchtung bis nach Frankreich und Westdeutschland voranschickend; im Osten lag über Russland der Rest einer grossen Depression, welche, vom Weissen Meere her kommend, schon mehrere Tage lang einen breiten nördlichen Luftstrom über Westrussland geführt hatte, unter dessen Einfiuss überall strenger Frost eingetreten war. Die Windrichtungen gehorchten im Westen ausschliesslich der grossen Depression und deren vorgeschobenem Ausläufer: in Paris, Strassburg und München herrschte schwacher Südwind; in Mittel- und Ost-Deutschland herrschte, aus dem Kerne des Hochdruckgebietes über Mähren kommend, leichter Südost, über Polen, dem grossen russischen Depressionsgebiete zuströmend, schwacher West, in Petersburg aus demselben Grunde Nordwest; die beiden letzteren Strömungen stammten direct aus den nahe gelegenen Hochdruckgebieten. Die Temperatur lag über Frankreich und Westdeutschland wenige Grad über dem Gefrierpunkte, bei Wiesbaden zeigte sich ein kleines Gebiet mit mehr als 5°. Die Frostgrenze verlief von Schweden entlang der deutschen Ostseeküste, dann südwärts nach München und von dort südostwärts nach der Balkanhalbinsel zu. Ueber Nordwest-Russland lag die Temperatur unter — 10°, über Schlesien, Mähren, Galizien und Ungarn 6—7 Grad unter dem Gefrierpunkte, während über Polen zwischen den beiden Kältegebieten etwas höhere Temperaturen von — 2 bis — 3° herrschten.

Der Himmel war im Westen fast überall bedeckt, soweit südliche Winde wehten; im Gebiete der südöstlichen, aus dem Hochdruckkerne stammenden Strömung dagegen heiter, oder nur durch Nebel verhüllt. Am Ostrande des Maximums dagegen herrschte allgemeine Bewölkung vor, in der Nähe der Depression fiel Schnee. In St. Petersburg war der Himmel, nachdem am Vorabend Schnee gefallen war, heiter.


TIEF
HOCH
HOCH
TIEF
765
770
765
762½
760
755
750
760
762½

Die in unserer Karte eingetragenen Flugbahn-Projectionen der Ballons weisen allgemein eine mehr oder weniger beträchtliche Rechts-Abweichung von der Richtung des Unterwindes auf. In Paris verläuft die Flugbahn fast parallel den Isobaren, ebenso in Strassburg, wenn man die Isobare für 762½ betrachtet. In München dagegen führt die Flugbahn, um mehr wie einen rechten Winkel vom Unterwinde abweichend, geradezu in das Gebiet hohen Luftdruckes hinein. Man dürfte kaum annehmen, dass der Ballon in der mässigen Höhe von 1000 bis 3300 m schon in den oberen, dem Hochdruckgebiete zuströmenden Wind gerathen sei; es bleibt deshalb nur die Vermuthung übrig, dass sich am Nordrande der Alpen eine gesonderte kleine Depression, etwa unter dem bekannten aspiratorischen Einflusse des von Nordwest her anrückenden grossen Tiefdruck-Gebietes, gebildet hatte, wie sie den Alpenföhn zu begleiten pflegt. Hierauf weist auch die an solchen Stationen, welche dem Alpenwall nahe liegen, z. B. in Heiden, beobachtete nördliche bis nordwestliche Windrichtung hin.

Die Flugbahn des in Berlin aufgestiegenen Ballons „Bussard" wich nur etwa 35 bis 40° von der Richtung des Unterwindes ab und fiel so fast genau mit der Isobare für 765 mm zusammen; trotz der beträchtlichen Höhe von fast 6000 m zeigte sich keine Spur der sonst nicht selten beobachteten oberen Einströmungsrichtung in das Hochdruckgebiet. Die Flugbahn des „Cirrus" lässt sich leider nicht näher ermitteln; auffällig muss es erscheinen, dass er, obwohl nahezu gleichzeitig mit dem „Bussard" aufgestiegen, westlich von seinem Auffahrtsorte niedergefallen ist, während er, so lange er erkennbar war, deutlich nach NNW zog. Man könnte vielleicht annehmen, dass in der von ihm schnell erreichten Höhe von 6000 m in der Nähe von Berlin eine dem Maximum zustrebende nördliche Strömung vorhanden gewesen sei, welche der „Bussard" deshalb nicht angetroffen hat, weil er sich bei Erreichung der fast gleichen Höhe schon über Mecklenburg befunden hat. Auf die Wahrscheinlichkeit dieser Erklärung weisen noch die Beobachtungen über den Zug der Cirren hin, welche über Magdeburg und Berlin, wo cirrocumuli bemerkt wurden, aus NW zogen. Die Flugbahn von „Strela" und „Wannowsky" gehörten deutlich dem östlichen Depressionsysteme an, welches seinen Luftvorrath vom Ostrande des Hochdruckrückens bezog. Die Rechts-Abweichung vom Unterwinde betrug bei Warschau etwa 60, bei St. Petersburg etwa 80°, sodass auch hier die Flugbahnen den Isobaren nahezu parallel wurden.

Versuchen wir noch, die auf p. 40 mitgetheilten mittleren Geschwindigkeiten der Ballons in Beziehung zu der Druckvertheilung zu bringen, so ist nicht zu vergessen, dass die angegebenen Werthe selbstverständlich nur als untere Grenzen und als Mittelwerthe der Geschwindigkeiten aller beim Auf- und Abstieg durchmessenen Luftschichten gelten können. Bei dem Auf- und Absteigen der Ballons kommen die verticalen Bewegungen in Abzug von den horizontalen, sodass stets eine Verminderung der letz-

teren eintritt, abgesehen davon, dass die gemeinhin geringeren Geschwindigkeiten der tieferen Schichten je nach der Dauer des Aufenthaltes des Ballons in ihnen den Mittelwerth der ganzen Fahrt ebenfalls herabdrücken. Bei unbemannten Registrirballons kann man aber nur aus der Dauer der ganzen Fahrt und der gradlinigen Entfernung zwischen Anfangs- und Endpunkt der Bahn die Geschwindigkeit ermitteln, während vielleicht bedeutende Abweichungen von der letzteren vorgekommen, oder gar entgegengesetzt gerichtete Luftströmungen passirt worden sind. Nur bei bemannten Ballons und sichtbarer Erdoberfläche, welche gute Ortsbestimmungen gestattet, kann man die oben aufgeführten Fehler vermeiden.

Von fernerer Wichtigkeit ist es, ob sich der Ballon kürzere oder längere Zeit in horizontaler Richtung bewegt hat, oder ob er nach Erreichung seiner Gleichgewichtslage bald wieder niedergesunken ist.

So müssen wir die vom „l'Aérophile" in den Schichten von über 10000 m erreichte Geschwindigkeit vielleicht auf 15 m p. sec. (anstatt den mittleren von 12,1 m pro sec.) annehmen und können daraus schliessen, dass die heranrückende Depression eine ausserordentliche Höhe gehabt haben muss, da bis zu Höhen von fast 14000 m ein Zuströmen der Luft in namhafter Stärke stattfinden konnte; allerdings lässt sich, ohne die Isobaren für jene hohen Schichten zu kennen, nicht entscheiden, ob hier noch ein wirkliches Einströmen in den Cyklonenkörper stattgefunden hat. Gegen ein Ausströmen dürfte hingegen die verhältnissmässig geringfügige Abweichung von der Richtung des Unterwindes (etwa 40°) sprechen. Der Ballon „Strassburg" fand eine gleichgerichtete südwestliche Strömung vor, welche in der Höhe von 8000 m wohl eine Geschwindigkeit von 12 m pro sec. gehabt haben dürfte, da die mittlere Geschwindigkeit der fast nur aus Auf- und Abstieg bestehenden Ballonbahn schon 7.3 m p. sec. betrug. Die Wetterkarte giebt für Karlsruhe den „Zug der oberen Wolken" als aus SW kommend an, sodass man wohl schliessen darf, dass auch hier die südwestliche Luftströmung bis in grosse Höhen gereicht hat; zugleich wird bemerkt, dass die Cirren in der Richtung Süd-Nord gestreift gewesen seien. Nach der heutzutage als gültig zu betrachtenden Anschauung, dass diese Streifungen als Wolkenwogen aufzufassen sind, welche einem darüber liegenden abweichend gerichteten Luftstrom ihr Entstehen verdanken, hätten wir Grund, die Existenz eines noch höheren Westwindes zu vermuthen. Aus W ziehend wurden auch in Kaiserslautern die Cirren beobachtet, deren südwestlich gerichtete Streifung einen höheren Nordwestwind vermuthen liesse. Diese höchsten Strömungen, welche von den Ballons nirgends erreicht worden sind, dürften erst dem Systeme des oberen Ausströmens aus dem Depressionskörper angehören und müssen demnach in sehr beträchtlichen Höhen, jedenfalls über 14000 m gelegen haben. Die Geschwindigkeit des Münchener Ballons „Akademie" von 7,8 m p. sec. zeigt, dass die vermuthlich vorhandene secundäre Depression bis zur Höhe von 3—4000 m

gereicht haben muss. Leider fehlen noch alle näheren Angaben über die Aenderungen der Windgeschwindigkeit mit der Höhe.

Die mittlere Geschwindigkeit des „Bussard" vom 4,9 m p. sec. wurde schon oben auf Grund der Beobachtungen Herrn Bersons in solche zerlegt, welche bis 1500 m Höhe nur 2,5 m p. sec., bis 5000 m aber 4,5 m p. sec. betragen hat und erst oberhalb dieser Schicht auf 10 m p. sec. angewachsen ist. Die grössere Windstärke der höheren Regionen darf aber in diesem Fall nicht ausschliesslich als abhängig von der Höhe angesehen werden, da constatirt werden konnte, dass auch an der Erdoberfläche der Wind zur Zeit der Landung erheblich aufgefrischt hatte. Man muss dies vielmehr wohl auf die inzwischen bis zum Mittag erfolgte weitere Annäherung der Depression und die daraus hervorgehende Verstärkung der Gradienten schieben. Immerhin ist es wichtig, zu constatiren, dass nahe der Ostseeküste in der Höhe von 5000—6000 m ein kräftiger südlicher Wind von 10 m p. sec. Geschwindigkeit wehte, während der Zug der Cirren in Rügenwaldermünde aus NW, in Swinemünde aus N kam. Auch hier kann man schliessen, dass bis zu grossen Höhen hinauf ein kräftiges Zuströmen der Luft zur Cyklone stattgefunden haben muss, da zwischen der Höhe von 6000 m und der Region der entgegengesetzt ziehenden Cirren noch ein Uebergangsgebiet von beträchtlicher Mächtigkeit vorhanden gewesen sein dürfte; die Streifung der Cirren aus N, wie Swinemünde meldet, könnte auf einen noch höher liegenden Westwind hinweisen. Jedenfalls gehören beide oberen Strömungen dem System der dem Hochdruckgebiete zustrebenden Luftbewegungen an.

Für die mittlere Geschwindigkeit des „Cirrus", dessen Flugbahn fast ausschliesslich aus Auf- und Abstieg bestand, muss sicherlich ein grösserer Werth als 3,4 m p. sec. angenommen werden, zumal er aller Wahrscheinlichkeit nach eine zurücklaufende Curve beschrieben hat; doch lässt sich Näheres leider nicht ermitteln.

„Strela" mit 10,1 m p. sec. und „Wannowsky" mit 9,1 m p. sec. Geschwindigkeit zeigen, dass am Ostrande des Hochdruckgebietes ein lebhafterer Lufttransport nach dem grossen Depressionsgebiete hin stattfand als am Westrande in gleicher Entfernung; leider fehlen alle weiteren Angaben darüber, ob die Windstärke in den höheren Schichten eine Zunahme oder eine Abnahme erfahren hat.

Wir wollen nun den schon oben angedeuteten Versuch unternehmen, das vorhandene und kritisch gesichtete Material zur Construction von Isothermflächen zu verwenden. Zunächst muss erwähnt werden, dass selbstverständlich nur diejenigen Luftschichten in Frage kommen können, aus denen mehrere Beobachtungen von verschiedenen Stellen vorliegen; die höheren Regionen, in welche nur der „l'Aérophile" vordrang, mussten deshalb ausser Betracht bleiben. Ausgehend von den am Erdboden beobachteten Temperaturen wurden nun thermische Querschnitte zwischen

den benachbarten Aufstiegsstationen in der Weise angelegt, dass sowohl die Ortsveränderungen des Ballons sowie die tageszeitigen Aenderungen der Temperatur ausser Betracht gelassen wurden. Man kann sich allerdings nicht verhehlen, dass derartige Querschnitte ein wahres Bild der Temperaturvertheilung nicht zu geben vermögen, zumal auch an manchen Stellen mehr oder weniger unsichere Interpolationen und Conjecturen nicht zu vermeiden sind, aber es dürfte sich bei der Neuheit derartiger Darstellungen und ihrer grundsätzlichen Bedeutung doch verlohnen, diese ersten aëronautischen Simultanbeobachtungen in dieser Weise zu verarbeiten. Von Wichtigkeit für die richtige Beurtheilung der verticalen Isothermen erschien es, auch die Bewölkungsverhältnisse zu berücksichtigen; dieselben sind deshalb in den nachfolgenden Querschnittsbildern auf Grund der Angaben der Wetterkarte oder der sonstigen Aufzeichnungen mit dargestellt worden.

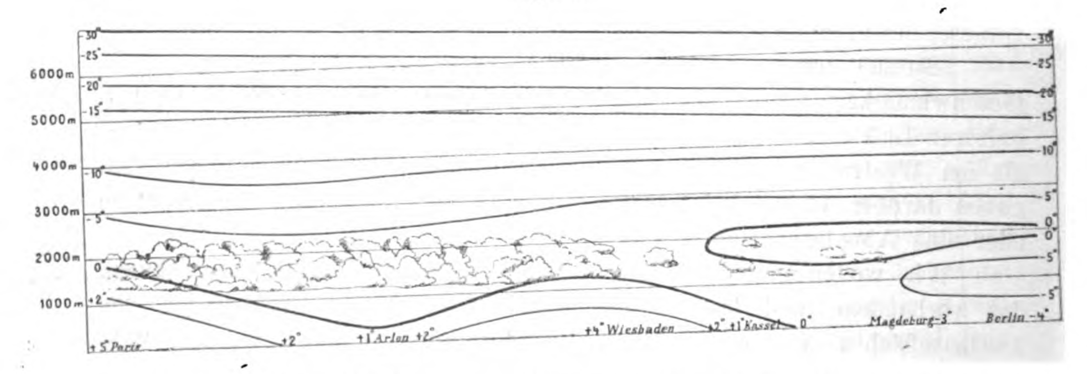
Wir gaben im folgenden thermische Querschnitte wieder, und zwar:

1. zwischen Paris und Berlin;
2. zwischen Berlin und St. Petersburg;
3. zwischen Berlin und Warschau;
4. zwischen Paris, Strassburg und München, welche fast auf einer geraden Linie liegen;
5. zwischen München und Berlin;
6. zwischen München und Warschau;
7. zwischen Warschau und St. Petersburg.

Den noch möglichen Querschnitt Strassburg-Berlin dagegen glaubten wir wegen seines nahen Zusammenfallens mit dem für München-Berlin fortlassen zu dürfen.

Fig. 21, Querschnitt zwischen Paris und Berlin zeigt uns folgende Eigenthümlichkeiten.

Fig. 21.



Die von Paris bis Arlon geschlossene Wolkendecke, deren Höhe und Dicke natürlich nur willkürlich gezeichnet werden konnte, da keine entsprechenden Beobachtungen vorhanden sind, ist über Wiesbaden durchbrochen, über Kassel und Magdeburg nur noch schwach vorhanden und fehlt über

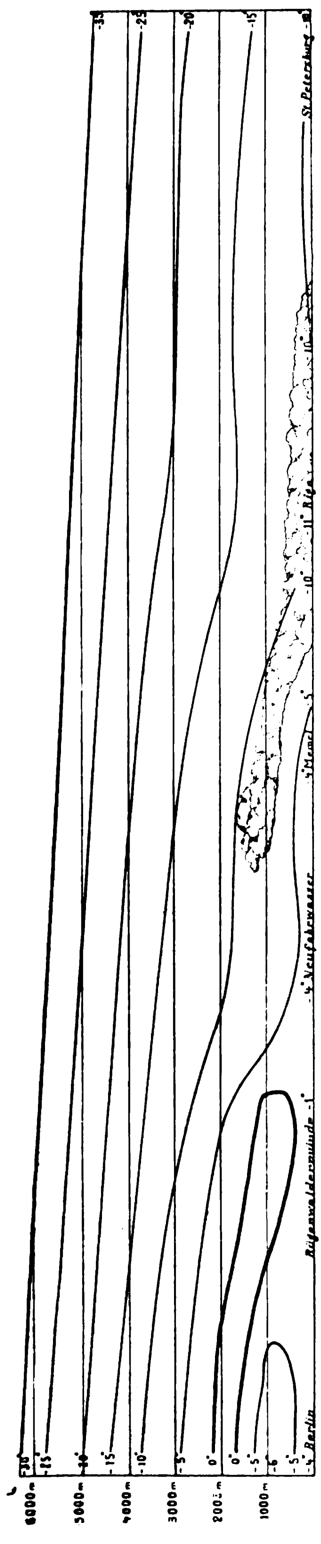


Fig. 22.

Berlin gänzlich. Die Lufttemperatur an der Erdoberfläche ist in Paris hoch und nimmt nach Westen hin weiter zu, nach Ostnordost aber zunächst ab; bei Wiesbaden liegt eine Wärme-Insel mit $+ 4^0$, dann aber folgt von Kassel an mässiger Frost von steigender Intensität, entsprechend der Verminderung der Wolkendecke. Man erkennt hieraus zunächst allgemein, dass die niederen Temperaturen in Folge der unbehinderten Wärme-Ausstrahlung des Erdbodens entstanden sind. Soweit die Wolkendecke reicht (bei Arlon ist wahrscheinlich keine eigentliche Wolkendecke, sondern nur Nebel vorhanden gewesen) folgen die Isothermen mit der Höhe in verhältnissmässig weiten Entfernungen aufeinander: über Paris ist in den untersten Schichten die Temperatur-Abnahme eine sehr langsame, desgleichen zwischen 4 und 5000 m; oberhalb dieser Grenze aber nimmt die Temperatur rapide im Betrage von etwa 1^0 auf 100 m Erhebung ab. Die hohe Temperatur in Wiesbaden bedingt natürlich eine entsprechende Emporwölbung der darüberliegenden Isothermflächen, sodass die Nullgrad-Isotherme, welche über Paris in 1800 m Höhe, über Arlon in 200 m, über Wiesbaden in etwa 1200 m Höhe liegt, bei Kassel die Erdoberfläche schneidet. Ueber Berlin nimmt nun aber die an sich schon niedrige Temperatur zunächst bis zur Höhe von 1000 m weiter bis unter -5^0 ab, steigt aber nun zuerst langsam, dann schneller und überschreitet unterhalb 2000 m Höhe den Gefrierpunkt. Oberhalb von 2000 m nimmt die Temperatur wieder zunächst langsam, dann schnell ab, sodass zwischen 4 und 6000 m der Werth von 1^0 auf 100 m fast erreicht wird. Doch ist eine Neigung der Isothermen von Westen her nicht zu verkennen.

Fig. 22, Querschnitt zwischen Berlin und St. Petersburg, dessen Richtung mit der von Figur 21 einen Winkel von 25^0 bildet, zeigt, wie zunächst nach Nordost zu

die Temperatur der untersten Schicht bis nahe an den Gefrierpunkt zu, dann aber trotz der Nähe der Ostsee wieder abnimmt und die Isotherme für — 5° kurz hinter Memel die Erdoberfläche schneidet. Der bis zu dieser Gegend heitere Himmel zeigt wieder Bewölkung, welche bei Riga als Nebel erscheint und bei Petersburg wieder verschwunden ist. Die Isotherme für — 10° schneidet vor und hinter Riga die Erdoberfläche, in Riga selbst herrscht eine Temperatur von — 11°, in St. Petersburg wieder — 10°. Die oberhalb der tiefliegenden Luftschicht, in welcher die Temperatur mit Höhe abnimmt, durch die Berliner Ballons constatirte Schicht wärmerer Luft erstreckt sich, wie die höhere Temperatur von Rügenwaldermünde vermuthen lässt, sich dem Erdboden nähernd, nordostwärts bis an die Ostseeküste. Dass nicht die Meeresnähe die Ursache der höheren Temperatur ist, erhellt aus dem erheblich niedrigeren Werthe von Neufahrwasser, wo gleichfalls heiterer Himmel und südöstlicher Wind herrscht. So erhält die Isotherme für — 5° in diesem Querschnitte eine erhebliche Senkung, und dementsprechend sinngemäss auch die für — 10°. Aber auch die höher liegenden Isothermen für — 15° bis — 30° zeigen einen aus den Ballonbeobachtungen folgenden beträchtlichen Abfall in der Richtung nach Nordost zu, obwohl die Temperaturabnahme selbst bei St. Petersburg eine geringere ist als über Berlin.

Noch ausgeprägter erscheint dieser Abfall der Isothermen zwischen Berlin und Warschau, wie Fig. 23 zeigt. Die kalte Luft der untersten Schicht reicht hier bei Grünberg bis zum Erdboden hinab; darauf folgt eine Zone von höherer Temperatur, welche im Zusammenhange mit der überlagernden wärmeren Luftschicht stehen dürfte. Die obere Isotherme für — 5° steigt aus 3000 m Höhe über Berlin steil bis zur Höhe von etwa 400 m über Warschau herab; den gleichen Abfall zeigen nach den Ballonbeobachtungen (nur die von der Sonnenstrahlung nicht gefälschten Nachtbeobachtungen sind berücksichtigt worden) die höheren Isothermen. Ueber Warschau nahm, der Annäherung an die östliche Depression entsprechend, die Bewölkung wieder zu.

Fig. 23.

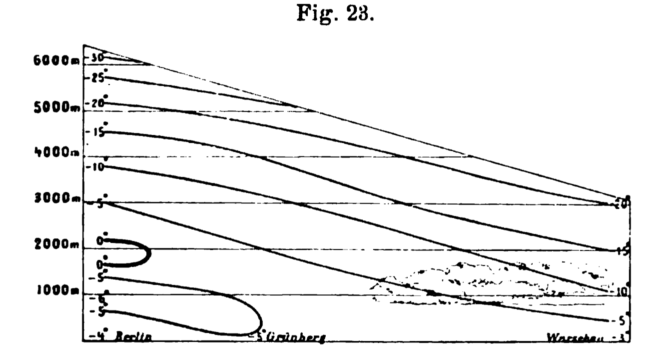
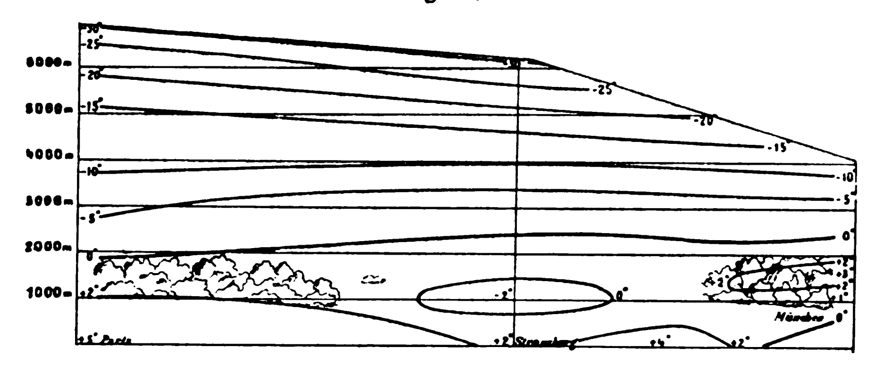


Fig. 24 zeigt die analogen Verhältnisse auf dem Querschnitte Paris-Strassburg-München. Paris wie München hatten bedeckten Himmel, während bei und um Strassburg die Bewölkung fehlte, oder doch nur gering war; wir finden deshalb am letzteren Orte in Folge der Ausstrahlung eine etwas

niedrigere Temperatur an der Erdoberfläche mit mässiger Temperaturabnahme bis zur Höhe von 1000 m. Darüber aber nahm die Tem-

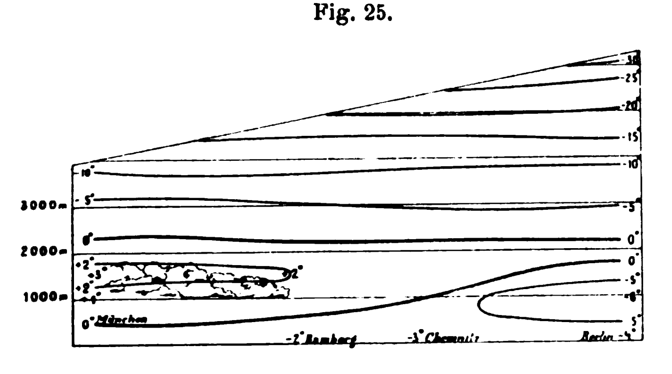
Fig. 24.



peratur wieder etwas zu. Zwischen Strassburg und München fand sich ein umgrenztes Gebiet höherer Temperatur, vermuthlich im Zusammenhange mit der auch auf dem Schnitte Paris-Berlin Fig. 21 bei Wiesbaden gefundenen Wärmeinsel. Die niedrigere Temperatur von München, 0°, ist vermuthlich durch die grössere Meereshöhe von München, gegen 500 m, bedingt; trotz bedeckten Himmels nahm die Temperatur bis zur Höhe von 1300 m zunächst auf — 2° ab, dann aber an der oberen Wolkengrenze schnell bis auf + 3° zu[1]). Die Isotherme für 0° verlief von Paris aus leicht ansteigend von etwa 1900 bis 2400 m Höhe. Dementsprechend zeigen auch die nächsten Isothermen für — 5° und — 10° ein leichtes Ansteigen nach Ost zu, während in den höheren Schichten die allgemeine Senkung der Isothermenflächen vorhanden ist.

Der auf der vorhergehend erörterten Richtung senkrecht stehende Schnitt München-Berlin, Figur 25, zeigt den Anschluss dieser Temperaturvertheilung an die bei Berlin constatirte. Am Erdboden sinkt die Temperatur langsam auf der ganzen Linie, je weiter man sich dem Gebiete heiteren Himmels und zunehmender Ausstrahlung nähert, welche bis zur Höhe von über 1000 m eine Temperaturabnahme bewirkt. Darüber liegt auf der ganzen Strecke eine wärmere Luftschicht mit Tem-

Fig. 25.



[1]) Die Wolkenschicht ist in unserer Zeichnung zu hoch angegeben worden; ihre obere Grenze muss etwa bei 1800 m liegen.

peraturen über 0°; die obere 0° Isotherme verläuft in etwa 2200 m Höhe nahezu horizontal, ebenso die niedrigeren Isothermen in den grösseren Höhen. Eine Senkung der Isothermen ist auf diesem Schnitte nicht erkennbar.

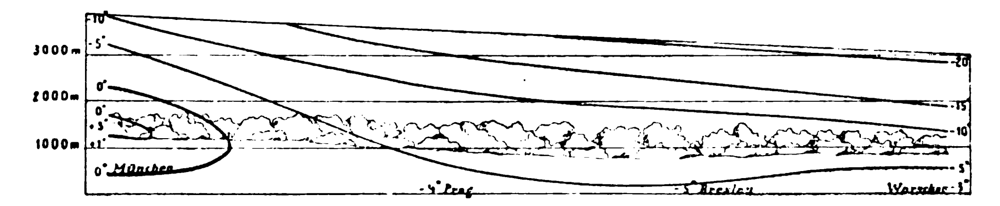


Fig. 26.

Wesentlich anders stellen sich die Verhältnisse in nordöstlicher Richtung zwischen München und Warschau dar, wie Fig. 26 zeigt: auf der ganzen Linie war der Himmel bewölkt und die Temperatur der untersten Schichten einige Grad unter dem Gefrierpunkte. In Folge der bis zur Höhe von 2000 m reichenden wärmeren Luftschicht über und bei München hatte die Isotherme — 5° einen beträchtlichen Abfall nach Nordost zu, welchem sich die niedrigeren Isothermen der grösseren Höhe anschmiegten; — 15° fand sich daher in derselben Höhe, wie + 0,5° über München.

Auf der nach NNE gerichteten Linie Warschau-St. Petersburg, Fig. 27, sehen wir eine Kälteinsel von — 12° dort, wo die Bewölkung ihr Ende erreicht hat; dementsprechend senken sich von beiden Seiten her die Isothermen nach der Mitte zu, während sie in den höheren Schichten horizontal verlaufen [1]).

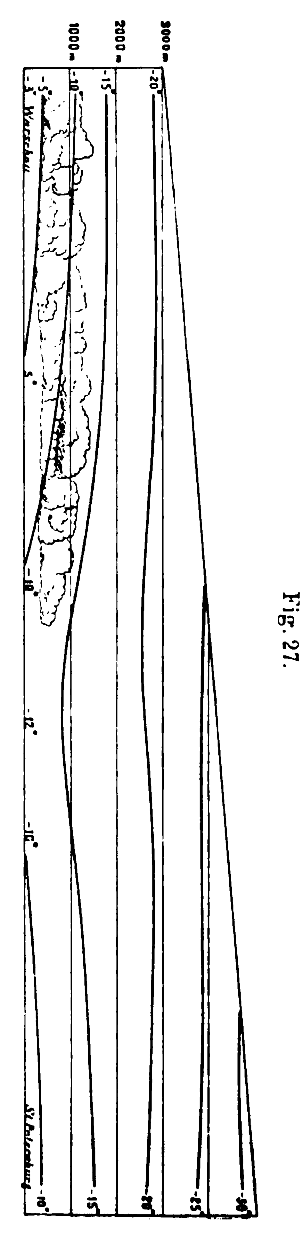


Fig. 27.

[1]) Die im Obigen gegebenen Darstellungen lassen sich für Demonstrationszwecke in äusserst anschaulicher Form in der Weise verwenden, dass man eine Wetterkarte in grösserem Maasstabe herrichtet und die dem entsprechend mit zweckmässiger Ueberhöhung entworfenen Querschnitte anstatt auf Papier auf den überall käuflichen dünnen und wie Glas durchsichtigen Gelatineplatten aufzeichnet. Mittels einiger kleinen aus dünnem Federdraht gebogenen Klemmfüsschen kann man alle diese Platten über den entsprechenden Strecken der Karte gemeinschaftlich aufstellen und erhält so ein sehr gutes Bild der Isothermenflächen. Wendet man dasselbe Verfahren für die Darstellung der Flugbahnen der Ballons an, so gewinnt auch diese Darstellung, welche die verticalen und horizontalen Verhältnisse

Erst nachträglich wurden die entsprechenden Aufzeichnungen derjenigen Höhenstationen herbeigezogen, welche den im Obigen näher besprochenen Querschnitten nahe liegen: der Brocken sowohl, wie der Inselsberg liegen der Linie Paris-Berlin nicht fern — erstere Station fällt sogar direct in dieselbe — Schneekoppe und Glatzer Schneeberg verhalten sich ähnlich zur Linie München-Warschau. Trägt man die bei der Morgenbeobachtung am 14. November (7^a) abgelesenen Werthe in die bezüglichen Querschnittsbilder Fig. 21 und Fig. 26 ein, so findet man Folgendes:

	Brocken 1148 m.	Inselberg 914 m.	Schneekoppe 1602 m.	Glatzer Schneeberg 1217 m.
Lufttemperatur 7^a	— 4,7°	— 6,3°	— 11,8°	—9,1°
Wind	SSW 5	SW 4	S 2	SE 4
Bewölkung . .	9^1	8	0	5

Der Brocken hat trotz seiner um 234 m höheren Lage eine um 1,6° höhere Temperatur als der Inselsberg, was eine Temperaturumkehrung in der darüber liegenden Schicht wahrscheinlich macht. In der Fig. 21 müsste demnach die zwischen 400 bis 1300 m liegende kältere Luftschicht nach westwärts bis oberhalb Kassel verlängert eingezeichnet werden: Inselsberg lag innerhalb der Isotherme — 5°, der Brocken schon oberhalb derselben. Die Temperaturzunahme zwischen 914 und 1148 m Höhe (0,7° für 100 m) zu Grunde gelegt, würde man in etwa 1800 m Höhe die Isotherme 0° anzutreffen erwarten dürfen, eine Annahme, welche mit den Beobachtungen im „Bussard" (1600 m) gut übereinstimmt. Die durch den Exponenten ^{1} als „dünn" bezeichnete Wolkendecke dürfte nur geringe Höhe über dem Berge gehabt haben und wohl nur als örtliche „Wolkenkappe" zu betrachten sein; das Gleiche dürfte für die Bewölkung am Inselsberge gelten. Die Windrichtungen SSW und SW entsprechen durchaus denen benachbarter Flugbahnrichtungen der Ballons. Die Existenz einer tiefliegenden kalten und darüber gelagerten wärmeren Luftschicht zwischen Berlin und Brocken-Inselberg erscheint auch durch die Beobachtungen an den Höhenstationen durchaus gesichert.

Anderseits liegen Schneekoppe wie Glatzer Schneeberg nahe dem Westende des Hochdruck-Kernes über Schlesien und Mähren; der erstere Berg reichte durch die Wolkendecke hindurch, die letztere Station, welche 200 m unterhalb des Gipfels liegt, hatte halb bedeckten Himmel. Von einer Temperatur-Umkehrung, wie am Stationspaare Inselsberg-Brocken, ist hier nichts zu bemerken, vielmehr ist der Unterschied von 2,7° auf 300 m Höhendifferenz ein recht beträchtlicher (0,9° auf 100 m). Trägt man diese Werthe in den thermischen Querschnitt Fig. 26 (München-Warschau), welcher

---

gleichzeitig vor Augen führt, sehr an Lebendigkeit. Die in unserem Artikel in aussergewöhnlicher Anzahl gebrachten graphischen Beigaben entstammen einer solchen Demonstration bei Gelegenheit eines Vortrages vor dem Allerhöchsten Protector unserer wissenschaftlichen Ballonfahrten.

zwischen beiden Stationen hindurch verläuft, ein, so zeigt sich, dass die Isotherme für —10° einen noch steileren Abfall nach Ost zu gehabt hat, als angegeben, und dass sie damit der für — 5° ausgezogenen Isotherme nahezu parallel wird. Wenn man auch die niedrige Temperatur beider Höhenstationen zu einem Theil auf Boden-Ausstrahlung zurückführen kann, so bleibt doch die Thatsache bestehen, dass die in weiterer Entfernung sicher festgestellte Temperatur der zwischen 1000 bis 2300 m liegenden Luftschicht hier in der Nähe des Hochdruck-Kernes noch nicht vorhanden war, was darauf schliessen lässt, dass die angenommene abwärts gerichtete Bewegung erst in grösserer Höhe ihren Ursprung hatte, und da sie die benachbarten Berggipfel nicht traf, in einem nach West zu abwärts geneigten Bette verlief.

Versuchen wir nun, die im Vorstehenden im Einzelnen ausführlich discutirten Beobachtungs- und Registrirungswerthe der ersten simultanen internationalen Ballon-Experimente zu einem Gesammtbilde zusammenzufassen.

Die Druckvertheilung über Europa bedingte zwei in breitem Bette verlaufende Luftströmungen von entgegengesetzter Richtung: über West-Europa fluthete ein an der Erdoberfläche schwacher, mit zunehmender Höhe an Geschwindigkeit erheblich wachsender Südstrom, welcher auch noch in einer Höhe von fast 14000 m angetroffen wurde — das östliche Central-Europa aber wurde von einer kaum weniger mächtigen nördlichen Strömung überweht, dessen Existenz bis zur Höhe von fast 5000 m constatirt werden konnte. Beide Ströme flossen in den höheren Schichten nahezu parallel den Isobaren der Erdoberfläche, doch zeigte der Südstrom in den höchsten erreichten Regionen eine ausgeprägte Ablenkung nach dem Gebiete hohen Luftdrucks hin. Ein zwischen den beiden Depressionen liegender Rücken mässig hohen Druckes speiste beide Ströme als wohl ausgeprägte „Windscheide"; sein westlicher Abhang war durch das Vordringen der westlichen Depression stark eingebuchtet und wahrscheinlich durch ein kleines örtliches Minimum am Nordrande der Alpen unterbrochen.

In der Nähe des südlicheren der beiden Kerne, welche sich in dem Rücken hohen Druckes vorfanden, war die Luftbewegung schwächer, besonders im Norden und Westen bis zur Höhe von etwa 5000 m, nahm aber darüber nicht unbeträchtlich zu.

Die Lufttemperatur war im Allgemeinen in dem Südstrome bis zu mässigen Höhen erheblich höher als in dem Nordstrom; in grösseren Höhen jedoch scheint dieser Unterschied, soweit die Beobachtungen halbwegs als sicher zu betrachten sind, ganz wesentlich vermindert, wenn nicht gänzlich verschwunden gewesen zu sein.

Ueberall, wo die Ausstrahlung in Folge heiteren Himmels unbehindert war, zeigte sich eine nicht unbeträchtliche Abkühlung der untersten Luftschichten und oberhalb dieser eine bis zur Höhe von 2500 m hinaufreichende

Luftschicht von beträchtlich höherer Temperatur, letztere ausschliesslich auf den westlichen Druckabhang des Hochdruckgebietes beschränkt, während an dessen Ostrande im Gebiete der nördlichen Strömung jede Andeutung derselben fehlte. Abgesehen von St. Petersburg, welches aus dem nördlichen Hochdruckkerne seine Luft erhielt, herrschte heiterer Himmel ausschliesslich am West- und Nordrande des über Polen und Mähren liegenden barometrischen Maximums; allein über Bayern fand sich in Folge einer kleinen Depression eine nur in geringe Höhe reichende Wolkendecke.

Die relative Feuchtigkeit war nördlich von Berlin innerhalb der warmen Luftschicht eine ganz ausserordentliche geringe und zwar, was besonders bemerkt werden muss, während der Nachtzeit; gleichfalls gering, wenn auch nicht in demselben Maasse, zeigte sich dieselbe oberhalb der Wolkenschicht über Bayern im Bereiche der dort ebenfalls vorhandene ausserordentlich warmen Luftschicht.

Bringt man die am West- und Nordrande des südlichen Hochdruckkernes sicher constatirten Erscheinungen heiteren Himmels, ausserordentlich geringer Feuchtigkeit und einer ungewöhnlich warmen Luftschicht in der Höhe von 1300 bis 2500 m in ursächlichen Zusammenhang, so bleibt kaum etwas Anderes übrig als die Annahme eines am Westabhange des barometrischen Maximums schräg abwärts fliessenden Luftstromes, welcher in Folge von dynamischer Erwärmung die unmittelbare Ursache der beobachteten Erscheinungen gewesen ist. Derselbe reichte fast überall, soweit er herrschte, bis zum Erdboden herab, und büsste dort in Folge der unbehinderten Wärme-Ausstrahlung seine hohe Temperatur und mit dieser seine geringe relative Feuchtigkeit ein; nur über Bayern wurde derselbe durch eine kleine und wahrscheinlich niedrige Depression vom Erdboden fern gehalten, brachte jedoch, obwohl durch die hier herrschende cyklonale Luftbewegung aus seiner Ursprungsrichtnng abgelenkt, durch seine hohe Temperatur und Trockenheit deren Wolkendecke in geringer Höhe zur Auflösung. Ob in diesem letzteren Falle am Nordrande des Alpenwalles etwa Föhnerscheinungen mitgewirkt haben, oder nicht, wird sich erst auf Grund der an den Höhenstationen der Alpen angestellten Beobachtungen ermitteln lassen[1]).

Der Ostrand des Hochdruck-Gebietes ist überall bis zu beträchlichen Höhen kalt, die Abnahme der Temperatur mit der Höhe eine beträchtliche; es liegt auch kein Grund vor zu der Annahme, dass erst in noch grösseren Höhen wärmere Schichten zu erwarten seien. In der Anticyklone selbst ist die Temperatur am Erdboden niedrig selbst dort, wo der Himmel nicht unbewölkt ist.

Man ist in neuster Zeit bekanntlich gegen die Heranziehung dynamischer

---

[1]) Herr Dr. Erk in München hat die genauere Erörterung dieses Theiles der Simultan-Experimente in Aussicht gestellt.

Vorgänge bei der Erklärung örtlicher Temperaturerhöhungen mit Recht etwas misstrauisch geworden und hat auf die Herkunft der fraglichen Luftströme und deren thermische Eigenschaften wieder mehr hingewiesen. Könnte man in unserem Falle auch zugeben, dass die allgemein niedrige Temperatur des nördlichen Luftstromes ausschliesslich als eine vom hohen und kalten Norden her mitgeführte Eigenschaft anzusehen sei, so würde man doch schwerlich im Stande sein, die hohe Temperatur am östlichen Rande des Südstromes in gleicher Weise zu erklären. Der im breitem Bette über Westeuropa hingehende Südstrom brachte in seinen unteren Schichten warme und feuchte Luft vom Ocean und vom Mittelmeere herbei; über Nordfrankreich aber fand sich derselbe in geringen Höhen schon verhältnissmässig kalt, kälter jedenfalls als über Elsass, Bayern und Norddeutschland; die Isotherme 0° lag über Paris in 1800, über Strassburg, München und Berlin in 2300 m Höhe; auch die Isotherme — 5° lag über Paris um 500 m niedriger als über Strassburg und München, während sie über Berlin in gleicher Höhe sich befand; erst in grösserer Höhe hatte, soweit die Beobachtungen einen solchen Schluss gestatten, dieses Ansteigen der Isothermen von West nach Ost sein Ende, um dann weiter nach Ost zu in ein starkes Abfallen überzugehen. Vergleichen wir die Lage der Isothermen über Paris und Warschau, so sehen wir beträchtliche Unterschiede: in 1800 m in Paris 0°, in Warschau — 15°, in 2800 m über Paris — 5°, über Warschau fast — 20°. Der vom Südstrome im Westen nach dem Nordstrome im Osten unzweifelhaft mindestens in den untersten Schichten bis zu 5000 m Höhe vorhandene Abfall der Isothermflächen erscheint aber in seiner Mitte durch eine nicht unbeträchtliche Hebung über Bayern und Norddeutschland unterbrochen, veranlasst durch die Einschiebung einer Luftschicht von einer Temperatur, wie sie in ihrem Urprungsgebiete, dem Südosten und Osten des Erdtheiles, nirgends auf der Erdoberfläche herrschte, geschweige denn in Höhen von 1500 bis 2500 m: am Erdboden fanden sich dort vielmehr Temperaturen von — 5° bis — 7°, in 1500 bis 2500 m Höhe aber solche von — 12° bis — 18°. Um über München mit einer Temperatur von + 3° in 1700 Höhe ankommen zu können, hätte, falls man den Werth von 0,5° pro 100 m Erhebung als Betrag der Temperaturabnahme zu Grunde legt, eine mit 12° temperirte Luftmasse bis zu jener Höhe aufsteigen und horizontal ohne jeden Wärmeverlust nordwärts fliessen müssen: diese Temperatur fand sich aber erst in der Breite von Neapel und Cagliari. Die Unwahrscheinlichkeit einer solchen Annahme zwingt uns aber, die Frage: „woher stammte die hohe Temperatur über Bayern und Norddeutschand?“ dahin zu beantworten, dass es nur eines Niedersinkens um 3000 m bedurfte, um die über Warschau liegende Luft in einer Höhe von 2000 auf + 1° zu erwärmen.

Leider aber fehlen uns alle Beobachtungen aus den höheren Schichten über dem Gebiete des eigentlichen Maximums selbst! Es ist dies um so

mehr zu bedauern, da sich hier wohl eine äusserst günstige Gelegenheit geboten hätte, für die Beantwortung der vielumstrittenen Frage nach der Temperatur in den Anticyklonen und Cyklonen ein Material zu gewinnen, welches von allen den Beeinflussungen frei gewesen wäre, welche den Beobachtungen auf Berg-Observatorien stets anhaften.

Zum Schluss dieser Erörterung über die Resultate der ersten gleichzeitigen Ballonfahrten sei es noch verstattet, auf Folgendes hinzuweisen:

Die vielfachen Unsicherheiten der Registrir- und Beobachtungsmethoden erheischen unbedingt die Anwendung einwurfsfreier Instrumente und zwar an allen Stellen, welche sich an der gemeinschaftlichen Arbeit betheiligen. Allein die Wahl der Nachtzeit hat eine gewisse Vergleichbarkeit für den vorliegenden Fall gestattet — mit dem Aufgange der Sonne dagegen traten überall, wo nicht entsprechende Verkehrungen getroffen sind, unverkennbare Fehler auf, welche jede Vergleichung zu einer Täuschung machen müssten. Wird nicht diese vom Verfasser schon vor der Errichtung der „Internationalen Aëronautischen Commission" bei jeder Gelegenheit betonte Bedingung erfüllt, so sinken die internationalen Ballonfahrten zu einem Sport herab, bei welchem es nur darauf ankommt, wer die grössten Höhen und die niedrigsten Temperaturen nach Angaben seiner Registrir-Apparate erreicht, und mögen die letzteren noch so falsch sein!

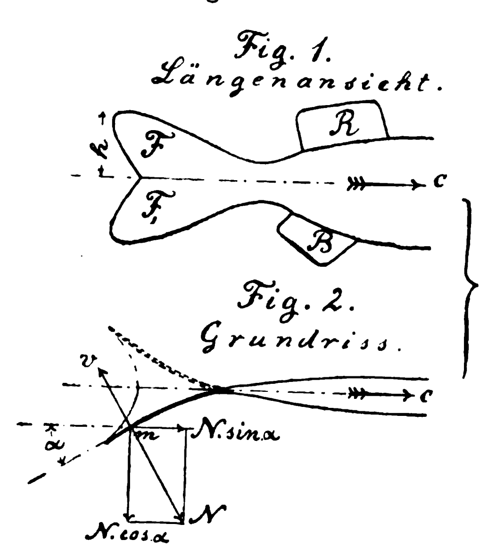
Fischschwanz und Flügelschütteln.

Von **Arnold Samuelson**, Ober-Ingenieur in Schwerin i/M.

Wenn der Hecht in ruhendem Wasser unbeweglich „steht", und er sodann im Falle des Herannahens einer Gefahr pfeilschnell davon schiesst, so legt er seine 4 Seitenflossen an den Leib; die Rücken- und Bauchflossen R und B (Fig. 1) können dabei wegen ihrer Schwäche nur dazu dienen, die Dreh-Componente aufzuheben; die Vorwärts-Bewegung geschieht lediglich mittels der beiden starken Schwanzblätter F und F_1, deren Bewegungsmuskel fast der ganze Fisch, vornehmlich die hintere Hälfte desselben ist Jedes Schwanzblatt kann als für sich allein wirkend angesehen werden, da freilich beide abwechselnd in Wirksamkeit treten, aber wohl wenig oder garnicht einander beeinflussen.

Im Anfange seiner Wirksamkeit bildet das Schwanzblatt eine Schraubenfläche von starker Steigung und wirkt ähnlich wie eine Schiffsschraube (s. die ausgezogenen Linien, Fig. 2); da es aber nicht rotiren kann, sondern oscilliren muss, so kann der Gegendruck des Wassers nur bis zur neutralen Mittelstellung der Schwanzflosse im Sinne eines Vortriebes wirken; die Schwanzflosse muss aber, um wieder in die actionsfähige Stellung zu gelangen, über ihre Mittelstellung hinaus nach links, wie in Fig. 2 punktirt

angegeben, bewegt werden; hierbei wirkt der Gegendruck des Wassers unvermeidlicherweise verzögernd auf die Fortbewegung ein. Es dürfte von Interesse sein, zu einer Anschauung darüber zu gelangen, worauf es beruht, dass ein so ungeheurer Ueberschuss der vortreibenden über die zurückhaltende Kraft bei dem anscheinend so einfachen Hinundherschlagen des Fischschwanzes gewonnen wird.



Die ausgezogene Doppellinie Fig. 2 werde als Horizontalschnitt der Schwanzflosse von elementarer, aus der Höhe h herausgeschnittener Breite gedacht. Der Schlag der Schwanzflosse erfolgt in der Richtung des Pfeils bei m (vom Fisch aus gerechnet). Um eine mathematische Betrachtung anzustellen, müsste aus der Schwimmgeschwindigkeit c des Fisches und der Schlaggeschwindigkeit v ein Parallelogramm gebildet werden u. s. w., um die wirkliche Geschwindigkeit des Flossenelementes relativ zum Wasser zu finden. Da es sich hier indessen nicht um eine wirkliche Berechnung, sondern um die Gewinnung einer Anschauung handelt, so mag nur von der Schlaggeschwindigkeit die Rede sein; alles Gesagte gilt dann auch für die durch das Fortschreiten des Fisches im Wasser modificirte Schlaggeschwindigkeit.

Das Wasser übt gegen jeden elementaren Streifen der Schwanzflosse einen normal gegen das Flächenelement gerichteten Gegendruck aus, und es giebt für jeden solchen Streifen irgend einen Punkt, welcher als Mittelpunkt dieses Gegendrucks angesehen werden kann; der Normaldruck N zerlegt sich dann (s. Fig. 2) in $N \sin \alpha$ und $N \cos \alpha$; erstere Kraft treibt den Fisch vorwärts, letztere ebenso wie die durch dieselbe angestrebte Drehung um die Längsachse des Fisches wird durch die Rücken- und Bauchflossen R und B (Fig. 1) aufgehoben. Der Winkel α ist mit dem Fortschreiten des Flossenschlages variabel; bei der grössten Abweichung von der Mittelstellung ist der Winkel am günstigsten, da $N \sin \alpha$ dann möglichst gross ist.

Der Flossenschlag beginnt in deren äusserster Stellung (Fig. 2); es werde bezeichnet durch:

T: die ganze Zeitdauer des Flossenschlages von der ausgezogenen bis zur punktirten Stellung (Fig. 2);

t: die Zeit, welche vom Beginne des Flossenschlages an verfliesst bis zu einem Zeitpunkte, in welchem die Bewegung in Betracht gezogen werden soll;

s: der zugehörige Weg;
S: der ganze während eines Flossenschlages zurückgelegte Weg, so dass die Summe aller $ds = S$ ist.
v: die Geschwindigkeit des Flossenpunktes m in dem Zeitpunkte wenn t verflossen ist.

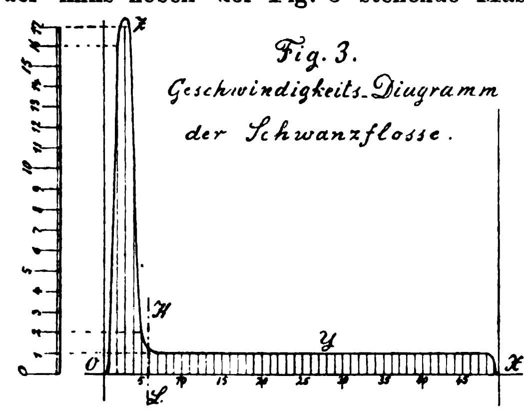
Somit wächst t von O bis T; wenn die verflossene Zeit irgend eine zwischen O und T liegende Grösse t hat, so ist v gleich dem Wegdifferential ds dividirt durch das Zeitdifferential dt. Von dem Quadrate der Geschwindigkeit in diesem Sinne hängt der Gegendruck N des Wassers in jedem Zeitpunkte, somit der Vorschub ab; für den Vorschub $N \sin a$ kommt freilich noch der Winkel a in Betracht; $\sin a$ ist zu Anfang des Flossenschlages am günstigsten (s. Fig. 2), nimmt bei der Mittelstellung bis zu 0 ab und wird bis zur punktirten Stellung immer ungünstiger, somit der Fortbewegung mehr und mehr hinderlich. Unter Vorbehalt der Berücksichtigung dieses Einflusses hängt der Gesammt-Gegendruck des Wassers ab von der Summe aller Geschwindigkeitsquadrate, welche innerhalb des Zeitraumes T vorkommen; dieser Gegendruck wirkt in dem Zeitraum bis zur Mittelstellung als Vortrieb, in dem Zeitraum von der Mittelstellung bis zu Ende als Rücktrieb. Bedingung aber ist dabei, dass die Summe aller Weggrössen, welche das Flossenelement in jedem Zeitdifferential zurücklegt, gleich dem ganzen Wege S sein muss, welchen das Flossenelement in der Zeit T zurücklegt. Diese letzte Bedingung kann ausgedrückt werden durch die Gleichung:

$$\int_0^T ds = S; \text{ oder: } \int_0^T \frac{ds}{dt}\,dt = S; \text{ oder: } \int_0^T v\,dt = S.$$

Es sei nun die Zeit T auf einer Abscissenaxe OX (Fig. 3) als Länge aufgetragen, so dass $OX = T$ ist; als Ordinaten seien die Geschwindigkeiten (d. h. die Wegeslängen wie sie in einer ganzen Secunde sein würden, wenn die in jedem Zeitdifferential stattfindenden unverändert andauern würden) in jedem Zeitpunkte aufgetragen, so dass, wenn auf der Abscissenaxe von O an die Zeit t verflossen ist, die Länge der entsprechenden Ordinate die Geschwindigkeit $\frac{ds}{dt}$ angiebt, welche stattfindet, während t um dt wächst. Die Linie, welche die Endpunkte der Ordinaten verbindet, ist das „Geschwindigkeits-Diagramm"[1])

[1]) Der hier mitgetheilte Gedankengang ist von mir schon einmal in diesen Blättern veröffentlicht worden, nämlich im Jahrg. 1895 Aug.-September Seite 210. Ich behandle mit dieser, so viel mir bekannt, damals neuen Betrachtungsweise, deshalb den Flossenschlag des Fischschwanzes und den Flügelschlag des Vogels beim Verweilen an derselben Stelle in ruhender Luft, weil es noch immer Luftphilosophen giebt, welche behaupten wollen, das Quadrat der Geschwindigkeit sei nicht im Stande, eine ausreichende Erklärung aller beim Flüssigkeitswiderstande auftretenden Erscheinungen, namentlich des letztgenannten Vorganges zu geben.

Für gegebene Grössen von T und S kann es eine unendlich grosse Anzahl verschiedener Geschwindigkeitsdiagramme geben; aber alle müssen die Bedingung erfüllen, dass die Summe aller in jedem Zeitdifferential zurückgelegten Wege = S ist, oder, was dasselbe ist, dass die Summe aller Producte aus v mal $dt = S$ ist. Diese Summe ist aber gleich der Fläche, welche von der Linie des Diagramms und der Abscissenaxe eingeschlossen wird. Bei dem Diagramm Fig. 3 ist z. B. die ganze Zeit $O\,X$ = T in 50 Theile eingetheilt und die Mittellinie eines jeden Ordinatenstreifens No. 1 bis 49 gezogen. Die Länge eines jeden Ordinatenstreifens bedeutet die Geschwindigkeit und kann nach einer beliebigen Einheit, welche der links neben der Fig. 3 stehende Masstab angiebt, gemessen werden.



Da nun vorausgesetzt wird, dass der Flossenschlag, um welchen es sich handelt, ein aus mehreren einander gleichen herausgegriffener sei, so dass Hin- und Herschlag in continuirlicher Reihenfolge abwechseln, so muss die Summe der $v.dt$ vom Beginn des Schlages bis zur Mittelstellung gleich der Summe der $v.dt$ von der Mittelstellung bis zur äussersten Stellung sein; somit ist eine Linie $K\,L$ zu ziehen, welche die Diagrammfläche in zwei Theile von gleichem Flächeninhalt theilt; die Diagrammfläche $O\,Z\,K\,L$ entspricht dem Flossenschlage vom Beginn bis zur Mittelstellung und dem Vortriebe; die Fläche $K\,Y\,X\,L$ entspricht dem Flossenschlage von der Mittelstellung bis zur äussersten Stellung und dem Rücktriebe. Der Vortrieb verhält sich zum Rücktrieb (ungefähr und mit einigen Modificationen) wie die Summe der Quadrate der Ordinatenstreifenlängen in der linken Hälfte zu denen der rechten Hälfte.

Die Längen der 49 Mittellinien der Ordinatenstreifen, so wie im Diagramm Fig. 3 gezeichnet, sind in Tab. 1 (S. 195) aufgeführt, und zwar in Sp. 2, die den Vortrieb, in Spalte 5 die den Rücktrieb bewirkenden. Die Quadrate der Zahlen sind in den Spalten 3, bez. 6 angegeben. Wollte man diese Zahlen als direct massgebend für den Vor- bezw. Rücktrieb annehmen, so würde ersterer zum letzteren sich verhalten wie 621,50 zu 44,14; zur rechnerischen Behandlung des Falles würden freilich noch eine Menge Dinge in Betracht kommen, so der variable Winkel a (Fig. 2) und sein erreichbares Maximum, ferner die Vertheilung des Wasserdrucks auf die Flächenelemente der Schwanzflosse, sowohl der Länge wie der Höhe nach; endlich liegt es nicht ausserhalb der Möglichkeit, dass eine Beeinflussung des oberen

Blattes durch das untere und umgekehrt im günstigen Sinne stattfindet. Hier soll nur das Princip des Quadrates der Geschwindig-

Tabelle 1.

1	2	3	4	5	6
Vortrieb-Diagramm.			Rücktrieb-Diagramm.		
Ordinate No.	Länge v der Ordinate	v^2	Ordinate No.	Länge v der Ordinate	v^2
1	0,5	0.25	6	1,2	1,44
2	16,0	256,00	7	1,1	1,21
3	17,0	289,00	8	1,0	1,00
4	8,5	72,25	9		
5	2,0	4,00	und folgende bis einschl. 48 je 1,0 =	40,0	40,00
			49	0,7	0,49
Summe	44,0	621,50	Summe	44,0	44,14

keit zur Anschauung gebracht werden, und es ist gezeigt worden, dass dieses Princip einen beliebig grossen Überschuss der vortreibenden gegen die rücktreibende Wirkung ermöglicht, sofern beliebig grosse Muskelstärke des Motors der Schwanzflosse zugestanden wird.

In Worte gefasst ergiebt sich folgendes: Der schnell schwimmende Fisch bewegt die Schwanzflosse durch einen energischen Ruck aus ihrer äussersten Stellung bis nahe der Mittelstellung; sodann bewegt er dieselbe mit möglichst gleichmässiger Geschwindigkeit weiter in die jenseitig äusserste Stellung; letztere Bewegung wirkt unter allen Umständen rücktreibend, jedoch kommt dieser Rücktrieb gegen den Vortrieb, welchen gleichzeitig die andere Schwanzflosse ansübt, um so weniger in Betracht, je höher hinauf die Geschwindigkeitsdifferenz im Anfange des Flossenschlages gegen die nachherige vermöge der Muskelstärke des Fisches getrieben werden kann.

Beim Fluge der Vögel findet im Allgemeinen ein Luftdruck von oben gegen die Flügel nicht statt, denn der Vogel richtet seine Flügelstellung so ein, dass der Luftdruck von unten gegen dieselbe wirkt, was ihm immer möglich ist, wenn er eine vorwärts gerichtete Bewegung relativ zur Luft hat. Im Falle aber der Vogel Veranlassung hat, in ruhender Luft an derselben Stelle sich schwebend erhalten zu müssen, tritt eine Bewegung

der Flügel ein, bei welcher ein Luftdruck von oben unvermeidlich ist. Bei dem Bussard z. B., welcher über einem Mauseloch auf Beute wartend sich schwebend erhält, erscheint diese rasche Bewegung dem menschlichen Auge, welches nur eine beschränkte Anzahl von Eindrücken innerhalb einer Secunde aufzunehmen vermag, als:

„Flügelschütteln“;

es handelt sich um eine Analyse dieser Bewegung.

Der Vogel hat wegen der Raschheit solcher Bewegung nicht Zeit, seine Flügelfläche beim Aufschlage etwa zu verkleinern, beim Niederschlage dagegen zu vergrössern; bei beiden Bewegungen wirkt die gleiche Flügelfläche, und es kann auch die Concavität der Unterfläche, deren Wirksamkeit von Lilienthal in so sonderbarer Weise überschätzt worden ist, sofern sie überhaupt vorhanden sein sollte, keinen wesentlichen Einfluss in dem Sinn ausüben, dass etwa der Luftwiderstand an sich beim Niederschlage unter sonst gleichen Umständen grösser sein sollte als beim Aufschlage. Der Überschuss der auftreibenden Kraft über die abwärtstreibende, welcher Überschuss genau gleich dem Gewichte des Vogels sein muss[1]), kommt allein durch die Vertheilung der Schlaggeschwindigkeit auf die einzelnen Zeitelemente zustande.

Es sei wiederum die Zeit vom Beginne eines Flügelniederschlages an gerechnet auf einer Abscissenachse OX (Fig. 4.) als Länge aufgetragen, um darüber das Geschwindigkeits-Diagramm, soweit es nach Schätzung möglich ist, zu construiren. Da die Flügel und ihre Schwungfedern elastisch sind, so ist es nicht wohl möglich, gleich beim ersten Anrucken die grosse Geschwindigkeit und mit ihr den grossen Gegendruck der Luft zu erzielen; es wird vielmehr hierzu ein relativ ziemlich langer Zeitraum erforderlich sein und die grösste Geschwindigkeit beim Flügelniederschlage wird vermuthlich in die Mitte der Zeitdauer desselben fallen müssen; auch wird zur Entwickelung dieser grossen Geschwindigkeit im Ganzen mehr Zeit erforderlich sein, als zum Flügelaufschlage, welcher unter möglichster Vermeidung von Geschwindigkeitssteigerung, im Uebrigen aber möglichst hurtig erfolgen muss. Aus diesen Gesichtspunkten mögen von den 50 Zeittheilen, in welche die Zeitlinie OX (Fig. 4) wiederum eingetheilt werden mag, so zwar, dass die Ordinaten die Mittellinie jedes Zeittheiles darstellen, 30 für den Niederschlag, 20 für den Aufschlag disponirt werden. Die Längen der 29 Mittellinien des Diagramms für den Flügelniederschlag, so wie in Fig. 4 (S. 197) gezeichnet, sind in Tab. 2 Spalte 2 aufgeführt; die Längen der 19 Mittellinien, wie in Fig. 4 für den Flügelaufschlag gezeichnet sind, in

[1]) Es ist von einem der geehrten Mitarbeiter d. Bl. behauptet worden, es sei nur ein Theil des Gewichtes an Auftrieb erforderlich; derselbe beansprucht für sich auch das unsterbliche Verdienst, der Erste gewesen zu sein, der auf den Einfall gekommen ist, das bekannte Spielzeug, den Schraubenflieger, welchen man abschnurrt, um ihn hernach irgendwo wieder aufzusammeln, im Grossen als Flugmaschine zu verwenden.

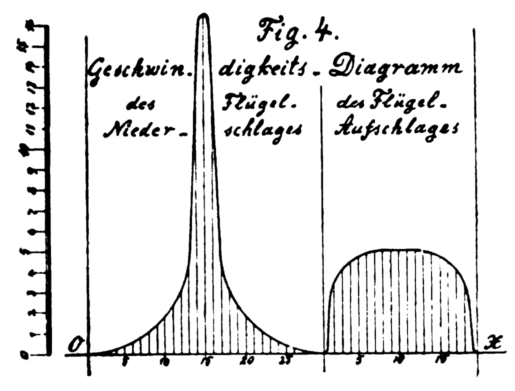


Tabelle 2 Spalte 5 aufgeführt. Da der Flügelschlag, um welchen es sich handelt, als aus mehreren einander gleichen herausgegriffen vorausgesetzt wird, so ist die Bedingung für die Möglichkeit der Richtigkeit beider Diagramme die, dass die Flächengrössen beider Diagramme einander gleich sind, oder (bei der vorliegenden Annäherungsrechnung) dass die Summe

Tabelle 2.

1	2	3	4	5	6
Diagramm des Flügel-Niederschlages			Diagramm des Flügel-Aufschlages		
Ordinate No.	Länge v der Ordinate	v^2	Ordinate No.	Länge v der Ordinate	v^2
1	0,0	0,00	1	0,4	0,16
2	0,1	0,01	2	3,6	12,96
3	0,3	0,09	3	4,2	17,64
4	0,4	0,16	4	4,5	20,25
5	0,5	0,25	5	4,8	23,04
6	0,7	0,49	6	5,0	25,00
7	0,9	0,81	7	5,0	25,00
8	1,2	1,44	8	5,0	25,00
9	1,5	2,25	9	5,0	25,00
10	2,0	4,00	10	5,0	25,00
11	2,5	6,25	11	5,0	25,00
12	3,4	11,56	12	5,0	25,00
13	5,0	25,00	13	5,0	25,00
14	13,5	182,25	14	5,0	25,00
15	16,0	256,00	15	4,8	23,04
16	13,5	182,25	16	4,5	20,25
17	5,0	25,00	17	4,2	17,64
18	3,4	11,56	18	3,6	12,96
19	2,5	6,25	19	0,4	0,16
20	2,0	4,00	Summe:	80,0	373,10
21	1,5	2,25			
22	1,2	1,44			
23	0,9	0,81			
24	0,7	0,49			
25	0,5	0,25			
26	0,4	0,16			
27	0,3	0,09			
28	0,1	0,01			
29	0,0	0,00			
Summe:	80,0	725,12			

der Mittellinien oder Ordinaten bei beiden gleich ist. Diese Summe ist bei jedem der beiden Diagramme = 80,0 Einheiten des nebenstehenden Massstabes. Der Gegendruck der Luft verhält sich genau so, wie die Summe der Quadrate dieser Zahlen, während in dem Falle der Fischschwanzflosse der Gegendruck des Wassers nur ungefähr und unter Modificationen nach den Quadratzahlen zu bemessen war. Die Summe v^2 beträgt nach Tabelle 2 für den Niederschlag 725, 12 Einheiten, für den Aufschlag 373,10. Die Kraftanstrengung des Vogels ist nach der Summe beider Zahlen zu bemessen, die nützlich verwendete Anstrengung nach der Differenz der beiden Zahlen: erstere verhält sich zu letzterer wie 1098,22 zu 352,02; unter den gemachten Annahmen wird somit nur etwa $^1/_3$ der ganzen Kraftanstrengung des Vogels beim Flügelschütteln nutzbar verwendet.

Um Missverständnisse zu vermeiden, weise ich zum Schlusse ausdrücklich darauf hin, dass die gemachten Annahmen sowohl in Bezug auf die Schwanzflosse des Fisches wie auf das Flügelschütteln eines Raubvogels auf quantitative Richtigkeit keinen Anspruch machen; dagegen halte ich den Inhalt dieser Abhandlung für einen beachtenswerten Beitrag zu dem immer wieder aufs Neue zu führenden Nachweise, dass das Princip: „Der Widerstand der Flüssigkeiten richtet sich nach dem Quadrat der Geschwindigkeit der in ihnen bewegten Körper“ alle auf dem Gebiet des Flüssigkeitswiderstandes auftretenden Erscheinungen ausreichend zu erklären vermag.

Das Gesetz des elastischen Widerstandes.

Von Emil Jacob in Kreuznach.

Der wissenschaftlich begründete und praktisch erprobte Widerstand, den gegen die Luft bewegte Flächen nach dem Gesetz Fv^2 erleiden, genügt bekanntlich in keiner Weise, die Wunder des Flugs zu erklären.

In meinen früheren Arbeiten habe ich bereits den Schluss gezogen, dass der Widerstand des Flügelschlages nach einem Gesetze erfolgen muss, welches nicht auf der Geschwindigkeit, sondern auf der Beschleunigung der Fläche beruht. Ich möchte deshalb nachstehend die Formel für diese Art des Widerstandes, welche ich den elastischen nannte, ableiten.

Bevor ich dies aber thue, möchte ich noch einmal die Berechtigung zu dieser Art der Betrachtung zeigen und zwar von einer möglichst neuen Seite.

Es ist unbestritten, dass schwingende Körper die Luft elastisch erregen d. h. der Luft eine Bewegungsform übermitteln, welche sich ganz anders verhält, als die Bewegungsform strömender Luftmassen.

Es fragt sich, welches ist der eigentliche Grund dieser besonderen Art der Bewegungsübertragung rep. Erregung?

Offenbar doch nur der, dass schwingende Körper in jedem Augenblick die Geschwindigkeit ihrer in Bewegung begriffenen Theile ändern? So lange kein anderer Grund aufzufinden ist, muss ich es als erwiesen ansehen, dass diese Aenderung der alleinige Grund ist.

Denken wir uns z. B. eine schwingende Saite mit 300 Schwingungen pro Secunde. So oft dieselbe hin und her geht, geht ein Luftverdichtungs- und Verdünnungsvorgang von derselben aus, welcher sich elastisch verbreitet.

Ist es nun denkbar, dass die Saite bloss in den unendlich kleinen Zeittheilchen auf die Luft wirkt, in denen sie etwa die Endpunkte ihrer Schwingungsbahn erreicht, also in den Augenblicken, wo die Saite stille steht? Sicher nicht. Es ist vielmehr klar, dass sie auf der ganzen von ihr durchlaufenen Bahn auf die Luft wirken muss.

Wenn nun die Aenderung der Geschwindigkeit der allein denkbare Grund der elastischen Erregung der Luft ist, so muss umgekehrt geschlossen werden, dass jede Geschwindigkeitsänderung eines durch die Luft geführten Körpers immer eine elastische Erregung der Luft hervorrufen muss.

Da nun anderseits experimentell erwiesen ist, dass ein Flugthier während des Flugs (schwirrende Fliege) auf die Wände von Gefässen Druckwirkungen ausübt und diese Wirkungen offenbar auf die Schwingungen der Flügel zurückgeführt werden muss, so ergiebt sich zweifellos, dass diese Schwingungen nicht von der gewöhnlichen Art sein können, welche nur gleich stark positive und negative Stösse erzeugen können, deren Druck-Resultante = Null wäre, sondern dass diese Schwingungsart etwas Einseitiges an sich haben muss, nämlich das was ich mit „excentrisch“ bezeichnet habe.

Dies vorausgeschickt und indem ich mich auf meine vorausgegangenen Arbeiten beziehe, glaube ich nun die volle Berechtigung erwiesen zu haben, der Druck, den der Flügel des Flugthiers an der Luft erleidet, wenigstens zum weitaus grössten Theile, auf die Geschwindigkeitsänderung (Beschleunigung) desselben zurückführen und das Gesetz für diesen Druck entwickeln zu können.

Ich bemerke dabei, dass die Vorstellungen der inneren Vorgänge in der Luft immerhin hypothetische sind und nur solche sein können und dass der Werth der daraus abgeleiteten Schlüsse hauptsächlich der ist, neue Gesichtspunkte zu eröffnen, d. h. neue Wege zu Experimenten zu entdecken, zu Experimenten anzuregen und auf andere Weise unerklärliche Thatsachen unserem Verständniss zugänglich zu machen. Wenn wir verstehen wollen und die inneren Vorgänge nicht sehen können, so bleibt nichts übrig als sich Vorstellungen über diese Vorgänge zu bilden und dieselben dann experimentell darauf zu prüfen, ob sie möglich sind.

Die nachstehende Ableitung der Formel fällt einfacher aus, wenn die constanten Factoren, wie z. B. das spec. Gewicht der Luft zunächst nicht berücksichtigt werden. Es handelt sich zunächst nicht um absolute Grössen, desshalb kann z. B. statt des Luftgewichts gerade so gut das Volumen derselben dienen, wodurch alles einfacher wird und übersichtlicher bleibt. Also operire ich nur mit den variablen Factoren.

Um die absoluten Grössen zu erhalten, genügt schliesslich die Hinzufügung eines richtig bemessenen Ergänzungsfactors, der aus Versuchen zu bestimmen ist.

Ebenso wie der Schieberwiderstand dem Product der secundlich zur Wirkung kommenden (verdrängten) Luftmasse Fv mal der Geschwindigkeit v proportional ist, nämlich der secundlichen Bewegungsgrösse Fv^2, so ist die Entstehung des elastischen Widerstandes durch die auf dieselbe Luftmasse Fv wirkende Beschleunigung a (Acceleration) gegeben, indem eine der Bewegungsgrösse Ava proportionale Stosskraft ausgeübt wird.

Der elastische Widerstand muss also dem Product aus der Luftmasse, auf welche die Fläche direct elastisch (d. i. molekelbeschleunigend) wirkt, einerseits und andererseits dieser Beschleunigung proportional sein, nämlich $= Fva$.

Wenn nun auch a als völlig variabel anzusehen ist, so möchte ich es doch zur Vereinfachung dieser Betrachtung zunächst während ein und desselben Beschleunigungsvorganges einer Fläche als constant ansehen. Dann ist es gestattet, statt Fv zu schreiben Fat, wenn ich mit t die während dieser Bewegung verflossene Zeit bezeichne.

So ergiebt sich, dass der elastische Widerstand dem Ausdruck $Fat.a = Fa^2t$ proportional sein muss. Denkt man sich den Weg, den die Fläche F bei solcher Bewegung zurücklegt, mit l bezeichnet, also die dabei verdrängte Luftmasse durch den Cylinder oder das Prisma Fl vorgestellt, denkt man sich ferner l in unendlich viele Theile getheilt, so wird jeder Theil Fdl (Scheibe) mit einer unendlich kleinen, dv proportionalen Kraft elastisch gestossen werden, da der zugrunde liegenden Idee zufolge immer nur der Geschwindigkeitszuwachs als elastisch stossend in Frage kommt.

Bezeichnet man also mit dv den mittleren Geschwindigkeitszuwachs der Fläche beim Passiren der einzelnen unendlich dünnen Scheiben, so wird die denselben mitgetheilte mittlere elastische Bewegungsgrösse $= Fdldv$ sein.

Die Summe aller dieser Bewegungsgrössen wird also nur sein $= Fldv$. Dies ist aber noch eine unendlich kleine Grösse. Wie verträgt sich dies mit der Entstehung einer Kraft von endlicher Grösse?

Antwort: Nur die beim Beginn der Bewegung mit dv beschleunigte erste Scheibe Fdl ist als vorher in Ruhe befindlich (als elastisch ruhig, d. h. frei von einseitiger Molekelbeschleunigung) anzusehen. Bei jedem weiteren Zuwachs um dv ist dies nicht mehr der Fall, da jede Scheibe

bei der Ausbreitung der elastischen Bewegung auch grössere Massen Reactionsstösse bekömmt.

Wenn also das zweite dv auf die Luftmolekel übertragen wird, sind diese dann nicht mehr völlig in Ruhe, sondern in retrograder Bewegung. Die Stosskraft zwischen der Fläche F und der berührenden Luftscheibe, sowie zwischen je zwei aufeinander folgenden Luftscheiben ist dann, d. h. allgemein in den folgenden Schichten, also nicht mehr dv proportional, sondern $= dv +$ Accumulation der Reaction. Diese Accumulation wird, sobald die Fläche F einen endlichen Weg zurückgelegt hat, auch eine endliche Grösse, indem zugleich eine endliche Zeit verflossen ist.

Es ist also die Accumulirung, welche nach einem bestimmten Gesetze ($f[t]$) in der Zeit t erfolgt, zur Wirkung ebenso nöthig, wie die Acceleration selbst.

Um diese Function der Zeit zu finden, stütze ich mich auf die Erkenntniss, dass der entstehende elastische Widerstand in einer einfachen Beziehung zu der Luftmasse stehen muss, welche mit der Druckfläche in dynamische Beziehungen tritt, und ich komme so zum Schlusse, dass das Kräftefeld (Summe der Producte aus Kraft und Zeit) gemessen ist durch den Inhalt eines Kegels, dessen Spitze ein Element der Druckfläche und dessen Basis[1]) die Kugelschale ist, bis zu welcher der Strahlenkegel sich fortgepflanzt hat. Allerdings wissen wir vom Schalle, dass dieser Strahlenkegel eigentlich kein Kegel ist, sondern ein sich kelchartig erweiternder Körper, dessen Inhalt wir nicht kennen. Wir können aber immerhin den reinen Strahlenkegel der Betrachtung zu Grunde legen, denn es ist zu bedenken, dass die sich abkrümmenden Strahlen mit dieser Abkrümmung immer schwächer werden und auch die Richtung der Kraft immer ungünstiger wird, so dass die Gesammtrückwirkung, in der Richtung gegen die Druckfläche hin, keine grössere sein wird, als fände der Vorgang in einem Kegel statt. Die Kräfte selbst aber (Drucke), welche zu einer bestimmten Zeit $t', t'', \ldots$ bestehen, sind gemessen durch die Grösse der entsprechenden Kugelschale des Strahlenkegels. Da die Kugelschale wächst, wie das Quadrat der Strahlenlänge und diese wie die Zeit, so ergiebt sich die gesuchte Function als t^2. Da nun der Druck zur Zeit t sowohl dem Ausdruck Fa^2t, wie auch ausserdem noch t^2 proportional ist, so muss er dem Producte beider entsprechen, und die Formel für den elastischen Widerstand ist

$We = Fa^2t^3$ oder mit Hinzufügung des noch zu bestimmenden constanten Ergänzungsfaktors $We = Fa^2t^3\zeta$.

---

[1]) Eigentlich ist nicht die Kugelschale in der Entfernung r, entsprechend der Zeit t, sondern die Kugelschale in der Entfernung $\frac{r}{2}$ als Basis zu nehmen, denn es ist die Reaction (Trägheit) dieser Kugelschale, welche in der zweiten Hälfte der Zeit A auf die Fläche zurückstrahlend die Fläche gerade im Momente erreicht, in welchem die directen Strahlen bis r vorgedrungen sind.

Wollen wir nun vorstehende Formel auf den Flug anwenden, so stossen wir auf Hindernisse:

1. dreht sich die Fläche (der Flügel) dabei um eine feste Axe;
2. besteht die Bewegung nicht allein aus einem beschleunigten Abwärtsgehen, sondern auch aus einem verzögerten (ebenfalls nach abwärts beschleunigten) Heben.

Es würde also unzulässig erscheinen müssen, das Gesetz für eine Fläche mit einseitiger Bewegung auf eine hin- und hergehende und dabei sich drehende Bewegung anwenden zu wollen. Jedenfalls wird die Wirkung ihrer absoluten Grösse noch dadurch wesentlich beeinflusst. Es wäre aber möglich, dass der Einfluss dieser besonderen Umstände sich nur auf den constanten Faktor ζ erstreckte, aber nicht auf die übrige Relation der variablen Grössen.

Es wird also immerhin interessant sein, zu vergleichen, wie beim Fluge der verschiedenen Flugthiere sich Gewicht (Widerstand), Zeit der Schwingung und eine daraus und aus der Geschwindigkeit des Flügels berechnete Beschleunigung verhalten.

Wenn man nämlich die beobachtete Geschwindigkeit (mittlere) des Flügels dividirt durch die Zeit der Schwingungsdauer, so wird man eine mittlere halbe Beschleunigung resp. eine zur Vergleichung brauchbare Zahl bekommen.

Kennt man auch die Flügelfläche, so hat man alle Daten bis auf den Faktor ζ.

Da aber der Widerstand *We* des Flügels durch das Gewicht des Flugthiers gegeben ist, so könnte man umgekehrt ζ aus den übrigen Stücken berechnen.

Um die Formel also versuchsweise auf den Flug anwenden zu können, müsste man setzen:

für t die Schwingungsdauer

für a die aus t und aus der Flügelgeschwindigkeit v berechnete Beschleunigung $\frac{v}{t}$.

Das Resultat dieser Anwendung ergiebt sich am besten aus einer allgemeinen Betrachtung über die bisherigen Messungsergebnisse:

Dazu lege ich die Messungen von Mouillard, Marey und Müllenhoff — speziell die von letzterem daraus entwickelten Resultate zu Grunde, welche v. Parseval in seiner „Mechanik des Vogelflugs“ in knapper, präciser Form zusammengestellt hat.

Dieselben lauten:

1. Die Flugthiere sind im Allgemeinen geometrisch ähnlich gebaut.

Die Verhältnisse der Leneardimensionen sind bei grossen und kleinen Fliegern die nämlichen.

Es ist also $\frac{F^{1/2}}{G^{1/3}} = \text{const.}$

Dies Verhältniss heisst Segelgrösse des Vogels.

2. Die Fluggeschwindigkeiten sind bei grossen und kleinen Vögeln annähernd dieselben.
3. Die Schlagfrequenz bei ungefähr gleicher Grösse der Schlagwinkel ist umgekehrt proportional den Lineardimensionen. Homologe Punkte der verschiedenen Flügel haben also dieselbe Schlaggeschwindigkeit.
4. Die Flugmuskulatur nimmt bei grossen Vögeln eher ab als zu.

Wenn man darnach in Betracht zieht, dass homologe Theile der Flügel aller beobachteten Flugthiere — oder wenigsten diejenigen vom gleichen Flugtypus — gleiche Geschwindigkeiten haben; dass sogar eine Fliege ihre Flügelspitze mit ähnlicher Geschwindigkeit bewegt wie der hunderttausendmal schwerere Geier die seine — wenn man besonders in Betracht zieht, dass in Folge dieses Umstandes linear n mal grössere Flugthiere, insbesondere desselben Typus, eine n mal grössere Zeit zu einer Flügelschwingung gebrauchen — und wenn man die äusserst wichtige Thatsache beachtet, dass sie damit einen n mal grösseren Druck auf die Flächeneinheit erzielen, obgleich die Beschleunigung auf $\frac{1}{n}$ sinkt — eben wegen dieser n mal grösseren Zeit, in welcher die gleiche Geschwindigkeit erzielt wird — so ergiebt sich, dass obige Fassung des elastischen Widerstandes $Fa^2\,t^3$ auch auf die Flügelwiderstände der Flugthiere passt.

Am leichtesten ist dies zu sehen, wenn man statt $Fa^2\,t^3$ schreibt: $Fv^2\,t$ (nämlich v statt at, was unter gewissen Einschränkungen erlaubt ist). Dann sieht man sofort, dass der Druck der Schwingungsdauer proportional ist.

Die Formel ergiebt also dasselbe, was die in obigen Sätzen zusammengefassten Beobachtungen und Schlüsse Müllenhoff's ergeben. Die höchst auffallende Thatsache, dass linear n mal grössere Flügel bei gleicher Geschwindigkeit einen n mal grösseren relativen Widerstand (also pro □Centimeter Fläche) erzeugen als kleinere, ist eine jener zahlreichen Thatsachen, aus welcher sich die Unanwendbarkeit des Gesetzes Fv^2 auf die Flügelbewegung ergiebt. Da aber das Gesetz Fv^2 für constante Geschwindigkeit experimentell als richtig erwiesen ist, so ergiebt sich daraus, dass der Flügel keine constante Geschwindigkeit haben kann.

Auch nach der Meinung v. Parseval's liegt die Differenz zwischen Erfahrung und bisheriger Theorie an dem Widerstandsgesetze Fv^2. Daher war er geneigt statt Fv^2 zu schreiben: $F^{3/2}\,v^2$. Dies würde den Vorgang allerdings auch erklären, widerspricht aber den Versuchen, welche eine der

Druckfläche proportionale Zunahme des Drucks gezeigt haben. Auch fehlt jeder innere Grund einer solchen nicht proportionalen Zunahme.

Die Formel $F a^2 t^3$ erklärt nun auch, warum die n mal grössere Flügelbeschleunigung eines kleinen Thiers nicht allein keinen grösseren relativen Druck, sondern noch einen n mal kleineren erzeugt, als die n mal kleinere Beschleunigung des grossen Thiers nach folgenden Betrachtungen:

Die Geschwindigkeit, d. h. der Werth von $a\,t$ ist bei allen Flugthieren der gleiche, woraus folgt, dass bei kleineren (grösseren) Thieren a im selben Verhältnisse steigen (fallen) muss, wie t fällt (steigt) oder mit anderen Worten:

$$at = \text{constant} = \frac{a}{n}\,nt = na\,\frac{t}{n}.$$

Für den Weg, den ein Element des gleichmässig beschleunigten Flügels eines Thieres zurücklegt, gilt die bekannte Formel

$$s = \frac{a}{2}\,t^2$$

für den n mal grösseren Weg des linear n mal grösseren Thiers also

$$n s = \frac{a}{2n}\,(nt)^2$$

oder in Worten:

der n fache Weg wird in n facher Zeit bei der Beschleunigung $\frac{1}{n}$ zurückgelegt.

Setzen wir daher in die Formel $F a^2 t^3$ statt a nur $\frac{a}{n}$, statt t aber $n\,t$, wie es den beobachteten Verhältnissen der Natur entspricht, so kommt für das grosse Thier $We = F\left(\frac{a}{n}\right)^2 (n\,t)^3 = n\,F a^2 t^3$ d. h. ein n facher Druck trotz der n fach kleineren Beschleunigung. Wir sehen also, dass die Vorstellungen des elastischen Widerstands und die daraus abgeleiteten Schlüsse geeignet sind, bisher geradezu und völlig unbegreifliche Erscheinungen zu erklären.

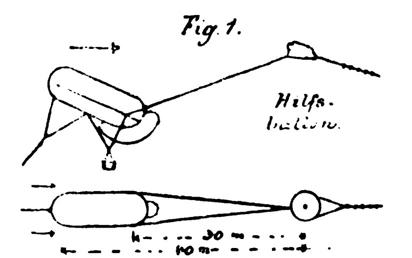
Die Helmholtz'schen auf dem Gesetze $F v^2$ aufgebauten Schlüsse müssen mit der Nichtanwendbarkeit dieses Gesetzes auf die Flugerscheinungen von selbst fallen, und es wird uns wieder der Trost, dass die grossen Vögel nicht, — wie er glaubte — das Grössenmaximum für den Flug darstellen, dass die Natur nicht aus diesem Grunde keine grösseren Vögel geschaffen hat. Im Gegentheil werden die Bewegungen der Flügel mit der Grösse immer sanfter und stetiger, und eine auf Flügelbewegung begründete grosse Flugmaschine würde wohl ohne zu grosse Vibrationen arbeiten können.

Bewegungserscheinungen hinter einer vom Winde getroffenen Fläche.

Von **Friedrich Ritter**.

(Vortrag, gehalten im Wiener flugtechnischen Verein am 19. März 1897.)

In der Decembernummer 1896 der Zeitschrift für Luftschiffahrt und Phys. d. Atmosphäre findet sich ein neuartiger militärischer Fesselballon beschrieben, welcher behufs Erzielung einer grösseren Stabilität des Ballons im Winde länglich gestaltet und ausserdem mit einem angehängten drachenähnlichen Hilfs- oder Steuerballon versehen ist.



Der Hauptballon ist ca. 6 m dick und ca. 18 m lang, und der als Steuer dienende Hilfsballon ca. 30 bis 40 m von demselben entfernt.

In der Beschreibung dieses neuen Ballons ist gesagt, dass wiederholte Versuche, den Ballon durch ein ihm näher liegendes Anhängestück zu steuern, zu keinem zufriedenstellenden Ergebniss geführt haben. Erst als man sich zum Anbringen des weiter entfernten Drachenballons entschloss, erwies sich die Steuerung wirksam, so dass sie nun, nach mündlicher Mittheilung des Herrn Hauptmanns Trieb in der Vereinsversammlung vom 19. Januar, bis zu einer Windgeschwindigkeit von 25 m in der Secunde in befriedigender Weise entspricht.

Bei näherem Nachdenken über dieses auf den ersten Blick seltsame Verhalten des Ballons fielen mir Beobachtungen an Schneewehen, die ich im Winter 1892 gemacht, ein, welche ein mit diesem Verhalten übereinstimmendes Ergebniss liefern und deshalb, wie ich nachstehend auszuführen versuche, in Verbindung mit den erwähnten Beobachtungen am Ballon vielleicht einiges Licht auf die Vorgänge hinter einer vom Winde getroffenen Fläche zu verbreiten geeignet sind.

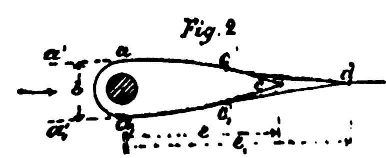
In dem erwähnten Winter habe ich Form und Ausdehnung einiger Schneewehen, welche hinter Baumstämmen auf dem Schmelzer Exercierplatze und hinter kleinen Zierbäumen auf dem Maria-Theresienplatze in Wien entstanden waren, aufgenommen.

Trifft der Wind auf einen freistehenden Gegenstand, wie Baumstämme und dergl., so bildet sich zunächst vor demselben, wo die in dem vorgelagerten Lufthügel herumziehenden kleinen Wirbel kein Niedersinken des Schnees gestatten, ein schneefreier Raum.

Dieser schneefreie Raum setzt sich zu beiden Seiten des Gegenstandes, weil die abgelenkte Luft, mit beschleunigter Geschwindigkeit dahinströmend, ebenfalls keinen Schnee zu Boden sinken lässt, als offener Kanal fort.

Der Kanal schliesst sich aber hinter dem Stamme nicht sogleich wieder; denn hinter dem Stamm ist es windstill und die beiderseits abgelenkte Luft braucht eine gewisse Zeit, bis sie die verlangte beschleunigte Geschwindigkeit wieder abgiebt und die entstandene Lücke des windstillen Raumes, in welche sie keinen Schnee hineinzutragen vermag, wieder schliessen kann.

Hierbei zeigte sich an den entstandenen Schneewehen, dass, wenn der Wind schwach blies, die Lücke sich schon nahe hinter dem Stamme, wenn derselbe stärker blies, erst in grösserer Entfernung von dem Stamme wieder schloss.



Im Allgemeinen bewegte sich die Luft, nach der Form der sich ablagernden Schneefäden zu schliessen, von den Rändern a und a_1 der beiderseits des Stammes entstandenen schneefreien Kanäle aus in daselbst an die Windrichtung $a'a$ und $a_1'a_1$ anschliessenden Parabeln $ac'c$ und $ac_1'c$

weiter; doch war auch eine Bewegung in an diese Parabeln anschliessenden S-förmigen Parabellinien $ac'd$ und $a_1c_1'd$ in dem Sinne zu erkennen, dass erst in dem etwas weiter vom Stamme entfernten Punkte d die abgelenkten Luftfäden, nachdem sie sich vereinigt, auch wieder die frühere gemeinschaftliche Richtung des Windes wieder angenommen hatten.

Nachdem sich die Einwärtsbewegung der Luftfäden hinter dem Stamme offenbar unter einem gewissen Drucke, welchen die zur Seite gedrängten angrenzenden Luftfäden auf die ersteren ausüben, vollzieht, so entstand die Frage, wie gross dieser Druck sei.

Nach der Parabelform der Linien ac und a_1c zu schliessen, war derselbe an den verschiedenen Stellen der Lufttheilebahn annähernd gleich gross und, da sich diese Bahn im Verhältnisse der Windgeschwindigkeiten streckte oder verkürzte, von der Grösse der Windgeschwindigkeit unabhängig.

Ein Vergleich der angestellten Messungen unter einander ergab, dass die die Lufttheile nach der Mitte des Kanals horizontal einwärts treibende Kraft ungefähr gleich der Schwerkraft gesetzt werden kann, so zwar, dass die Curven ac und a_1c annähernd Parabeln sind gleich den Curven des freien Falls.

Die unter dieser Annahme nach den Messungen berechneten Windgeschwindigkeiten v stimmen, wie die nachstehende kleine Uebersicht zeigt, mit den beobachteten Windgeschwindigkeiten überein:

Zeit der Beobachtung	Beobachtungsort	Breite $aa_1 = b$	Entfernung $ac = e$	Hieraus berechnet: $\frac{\frac{b}{2}}{\frac{g}{2}} = t^2$	Hieraus berechnet: t	Hieraus berechnet: v	Beobachtete Windgeschwindigkeit
1892		m	m		Sek.	m. p. S.	
März 12/14	Schmelz	0.60	0.53	0.062	0.25	2.1	2 m p S.
„ „	„	0.35	2.5	0.036	0.19	13.2	8—13 m p. S.
„ „	„	1.05	8.15	0.107	0.33	9.7	
„ „	Maria-Theresienplatz	4.5	7.0	0.46	0.68	10.3	

Wenn die Entfernung $ac = a_1c = e$ hiernach

$$e = v.\sqrt{\frac{b}{g}}$$

beträgt, so ergiebt sich die Entfernung $ad = e_1$, welche die Luftfäden hinter dem Stamm bis zur Wiederannahme der ursprünglichen Windrichtung zurücklegen, nach der parabolischen Gestalt der Linien zu ungefähr $\sqrt{2}$ mal e, d. i. zu

$$e_1 = v\sqrt{\frac{2b}{g}}$$

Sollte daher der an dem neuartigen Ballon befestigte Hilfsdrache bis zu einer Windgeschwindigkeit von $v = 25$ m p. S. steuernd wirken, so durfte er, da der Ballon 6 m dick ist, demselben höchstens bis auf $e_1 = 25\sqrt{\frac{2.6}{9.81}} = 28$ m nahe gebracht werden. In der That liegt derselbe nach der Zeichnung um ca. 30 m von dem hinteren Ende des Ballons entfernt.

Die abgeleitete Formel, sowie die Anschauung, welche zu derselben geführt hat, stimmen sonach mit den an dem neuartigen Drachenfesselballon gemachten Erfahrungen überein.

Sieht man, um sich von der Richtigkeit der Formel noch an anderen Beobachtungen zu überzeugen, zu, wie sich dieselbe, da bewegte Luft und bewegtes Wasser nach allgemeiner Annahme sich ähnlich verhalten, an der Form der Schiffe in Bezug auf deren Steuerungsfähigkeit bewährt, so wird bekanntlich das Hintertheil eines Schiffes nach ähnlichen Sförmigen Parabeln, wie wir sie an den Schneewehen beobachtet haben, gebildet, und es wäre deshalb zu prüfen, ob nach der entwickelten Formel die Entfernung l_1 von der breitesten Stelle des Schiffes bis zu dessen hinterem Ende, wo sich das Steuerruder und eventuell die Schiffsschraube befinden, bei ausgeführten Schiffen so gross ist, dass sich die vom Schiffsvordertheile abgelenkten Wasserfäden bis dorthin wieder vereinigt und die gleiche Richtung wieder angenommen haben können.

Nach einigen über Länge l und Breite b der Schiffe, die grösste angewendete Fahrgeschwindigkeit v' u. s. w. in den Zeitschriften vorkommenden Angaben habe ich die nachfolgende Uebersicht der nach der Formel, d. i. nach $v = e_1 \sqrt{\frac{g}{2b}} = l_1 \sqrt{\frac{g}{2b}}$ zulässigen Geschwindigkeit v und des Verhältnisses $\frac{v'}{v} = \frac{\text{wirkliche}}{\text{zulässige}}$ grösste Fahrgeschwindigkeit zusammengestellt und dabei nach einigen in der Schweizerischen Bauzeitung (Vortrag des Schiffsingenieurs Busley in einer Versammlung des Vereins deutscher Architekten und Ingenieure zu Hamburg August/September 1890) und der Zeitschrift Engineering 1897 enthaltenen Daten die Länge l_1 des Hinterschiffes zu $l_1 = 0.42 . l$, d. i. zu 42% der gesammten Schiffslänge angenommen. Das Verhältniss $\frac{v'}{v}$ berechnet sich mit Rücksicht auf die nöthige Sicherheit natürlich kleiner als 1.

Bezeichnung der Schiffe.	Länge l	Breite b	Grösste Geschwindigkeit: nach Formel zulässig v	angewendet bis zu v'	Verhältniss $\frac{v'}{v}$	
	m	m	m p. S.	m p. S.		
Handelsschiffe						
ältere: Great Eastern	207.0	25.1	88.8	7.5		0.20
neuere: englische	60.8	8.0	21.3	6.8	0.29	0.28
amerikanische	88.4	10.4	27.5	8.5	0.31	
österreichische	100.5	13.8	27.5	7.1	0.26	
Kriegsschiffe						
griechische	82.0	11.0	23.0	7.7	0.34	0.35
	105.0	16.0	24.4	8.7	0.35	
russische	80.7	15.9	18.8	8.6	0.46	0.39
	132.0	22.0	26.0	8.7	0.32	
englische	52.6	10.1	16.5	6.2	0.37	0.39
	119.0	22.9	23.1	9.4	0.41	
österreichische	93.8	17.0	21.0	9.5	0.45	0.43
	98.0	15.0	23.5	9.8	0.42	
französische Torpedoboote	85.0	3.35	21.2	11.0		0.53
englische Torpedojäger	67.0	6.7	23.7	14.4		0.60

Die angewendeten Fahrgeschwindigkeiten v' liegen hiernach in der That unter den nach der Formel sich berechnenden zulässigen Geschwindigkeiten.

Das Verhältniss $\frac{v'}{v}$ ist klein, nämlich 0.2 bis 0.3, bei den Handelsschiffen, bei welchen dem Wunsche nach Schnelligkeit der Fahrt die Rücksicht auf sparsame Fahrt (geringer Kohlenverbrauch) gegenüber steht.

Bei den Kriegsschiffen, wo die Kostenfrage zurücktritt, erreicht $\frac{v'}{v}$ schon 0.4 bei den Schlachtschiffen, Panzerkreuzern u. s. w., 0.5 bei den Torpedobooten; und bei den am schnellsten fahrenden Torpedojagdbooten kommt sie mit 0.6 der Einheit ziemlich nahe.

Nach einer Aeusserung Busley's in dem erwähnten Vortrage geht man auch schon daran, die bisher festgehaltene Regel, dass der Schiffshintertheil kürzer als der Vorderteil sein müsse, aufzugeben; dies kommt nach der Formel einer Erhöhung der zulässigen Fahrgeschwindigkeit gleich und steht sonach mit der Formel in vollem Einklange.

Bei den lebenden Schwimmern, den Fischen, sehen wir, was sich nach dem Vorigen im Schiffsbau erst zu vollziehen beginnt, bereits verwirklicht; die Länge des Fischhinterleibes ist grösser als diejenige des Vorderleibes und beträgt nach Messungen, welche ich an Abbildungen von Fischen vorgenommen habe, durchschnittlich $\frac{l_1}{l} = 0.58$.

Damit ausser der Schwanzflosse auch die an Rücken, Bauch und Aftertheil sitzenden Flossen vom Wasser getroffen werden, sehen wir ausserdem den Fischleib abgeplattet; die Breite l des Fischleibes ist geringer als dessen Höhe h.

Die Formel für die grösste dem Fische erreichbare Geschwindigkeit, welche nach dem Angeführten

$$v = 0.58 \, . \, l \, . \sqrt{\frac{g}{2b}} = 1.28 \, . \, \frac{l}{\sqrt{b}}$$

lautet und auch

$$v = 1.28 \, . \sqrt{\frac{l}{b}} \, . \sqrt{l}$$

geschrieben werden kann, ergiebt, dass der schlankere Fisch dem weniger schlanken, der grössere Fisch dem kleineren an Schnelligkeit der Fortbewegung überlegen ist. In der That sehen wir, dass das Verhältniss zwischen Länge l und Höhe h:

bei den vom Raube lebenden und auch meistens grösseren Fischen wie Hai, Hecht u. dgl.

$$\frac{l}{h} = \frac{1}{0.16} = 6.2,$$

dagegen bei den den genannten zur Beute fallenden kleineren Fischen wie Häring, Stockfisch, Karpfen u. s. w. nur

$$\frac{l}{h} = \frac{1}{0.27 \text{ bis } 0.35} = 3.7 \text{ bis } 2.8$$

beträgt.

Ein 5 m langer Haifisch kann nach der Formel, wenn das Verhältniss von Höhe zur Breite zu $\frac{3}{2}$ angenommen wird, eine Geschwindigkeit v bis zu $1.28 \sqrt{\frac{5}{\frac{2}{3} \, . \, 0.16}}$ $= 8.8$ m i. d. S. erreichen, ist deshalb wohl im Stande einem fahrenden Schiffe, wie berichtet wird[1]), tagelang zu folgen

[1]) Pokorny, Naturgeschichte.

Kehren wir zu den Fliegern zurück, so bedienen sich die Vögel, wie man an fliegenden Tauben uud Krähen sehen kann, ihres Schwanzes, indem sie ihn öffnen, häufig zur Unterstützung der Flügel, wenn sie ihren Flug verlangsamen oder anhalten wollen. Während des eigentlichen, schnelleren Fluges jedoch zeigt sich der Schwanz ebenso häufig geschlossen, und es wird denn auch, dass der Schwanz den Vögeln als Steuer nothwendig sei, von manchen Beobachtern, so Lilienthal und Milla, bestritten.

Der Vogelleib ist im Verhältniss zur seitlichen Ausladung der Flügel im Allgemeinen kurz. Seine Länge beträgt beim Storch, nach den von Lilienthal gegebenen Abbildungen ungefähr 0.33 m bei 0.10—0.11 m grösster Dicke. Nimmt man die Länge des hinteren Theils zu $^2/_3$ der Gesammtlänge an, so kann sich unter Berücksichtigung der halben Schwanzlänge von 0.06 m der Storch seines Schwanzes als Steuerruder nach der Formel bis zu ungefähr einer Fluggeschwindigkeit von

$$v = (0.22 + 0.06) \cdot \sqrt{\frac{9.81}{0.21}} = 2 \text{ m i. d. S.}$$

bedienen, während er, wie wir wissen, auch schneller, nach Lilienthal und Milla mit 10—12 m i. d. S. fliegt.

Es würde also die Formel ebenfalls dahin führen, dass sich der Vogel, wenigstens während seines schnelleren Fluges, weniger des Schwanzes als der hierfür geeigneteren Flügel zur Lenkung seines Fluges bedient.

Ich weiss nicht, ob ich so weit gehen darf, die Verunglückung des verdienten Lilienthal mit den in Rede stehenden Erscheinungen in Zusammenhang zu bringen.

Nach einem von der Zeitschrift Aëronaute[1]) über den Unfall mitgetheilten Berichte hat bei dem von L. unternommenen Fluge der Wind die obere Seite der Flügel zu fassen und dadurch nach vorn und unten umzudrehen vermocht, was den Absturz herbeiführte.

Wohl hatte Lilienthal in gewohnter Weise ein horizontales Segel als Verticalsteuer hinten an den Leib geschnallt. Es liegt jedoch die Vermuthung nahe, dass das zweite Segel, dessen sich Lilienthal zur Erhöhung der Tragkraft seiner Flügel über denselben in letzter Zeit bediente, das freie Spiel des Windes insofern behindert hat, dass gerade die obere Seite des Verticalsteuers, bei einer gewissen Geschwindigkeit des Fluges, nicht mehr genügend Winddruck empfing, um der verderblichen Drehung des Flügelwerks nach vorn und unten entgegenwirken zu können.

Wie der betreffende Bericht anführt, hatte Lilienthal bei früheren Flugversuchen hin und wieder Mühe, einer solchen Neigung des Flügelwerks zum Umkippen mittelst energischer Körperbewegungen entgegenzutreten; es dürfte deshalb vielleicht gestattet sein, die schliessliche Katastrophe auf constructive Mängel des Flugwerkzeuges, wie es vorstehend versucht wurde, zurückzuführen.

Auch noch auf andere Gebiete als denen des Schwimmens und Fliegens dürfte die aufgestellte Formel Anwendung finden.

Wenn dem Winde zwei hinter einander liegende durchbrochene Wände entgegenstehen, wie es z. B. im Brückenbau vorkommt, so wird der an der ersten Wand vorübergeströmte Wind die dahinter liegende zweite Wand dann voll treffen, wenn dieselbe, bei einer Breite b der Stäbe und Bänder der ersten Wand und einer Windgeschwindigkeit v, mindestens um

$$e_1 = v\sqrt{\frac{2b}{g}}$$

von der ersten entfernt liegt.

---

[1]) Janvier 1897.

Beträgt diese Breite z. B. bei einer eisernen Brücke $b = 0{\cdot}25$ m und wird, einem Winddrucke von 150 bis 250 kg p. m² entsprechend, die Windgeschwindigkeit zu ungefähr 37 bis 49 m i. d. S. angenommen, so berechnet sich

$$e_1 = 8 \text{ bis } 11 \text{ Meter.}$$

Bei den Tragwänden einer ein- bis zweigeleisigen Eisenbahnbrücke, welche um 4 bis 8 m von einander abstehen, erscheint es hiernach gerechtfertigt, wenn z. B. nach der österreichischen Brückenverordnung, die zweite Wand als nur theilweise im Windschatten der ersten liegend und deshalb noch etwas vom Winde getroffen angenommen wird.

Anderseits ist es bei den um 8, 10 oder mehr Meter auseinander stehenden Säulen der Eisenpfeiler eines grossen Thalüberganges kaum anders zulässig, als den Wind auf die hinteren Säulen ebenso voll wie auf die vorderen wirkend anzunehmen, wie dies beispielsweise von Seite einer preussischen Verwaltung[1]) vor einiger Zeit vorgeschrieben wurde.

Bei Versuchen mit Schraubenflügeln hat Wellner[2]) gefunden, dass Schrauben mit wenigen Flügeln günstigere Ergebnisse als solche mit vielen Flügeln liefern, weil sich, wie er sich ausdrückt, die Flächen in Folge der „wachgerufenen Luft„strömung untereinander stören und dadurch ihren Effekt schmälern.“ „Der „günstigste Fall würde,“ nach Wellner, „dann eintreten, wenn nur zwei und zwar „möglichst schmale Flächen im Flügelrade vorhanden wären.“

Wenn man erwägt, dass der oben entwickelten Anschauung zufolge die von einem Schraubenflügel abgelenkte Luft eine gewisse Entfernung zurücklegen muss, bis sich die Luftfäden wieder vereinigt haben und auf den nächstfolgenden Flügel voll wirken können, und das diese Entfernung mit der Breite der Flügel zunimmt, so ergiebt sich, dass diese hier entwickelte Anschauung mit den von Wellner gefundenen Versuchsergebnissen in voller Uebereinstimmung steht.

Es darf hiernach wohl diese Anschauung über die hinter einer vom Winde getroffenen Fläche auftretenden Erscheinungen als an vielen Beispielen und Beobachtungen erprobt angesehen werden. Wie ich in früheren Vorträgen[3]) auf Grund zahlreicher Versuche darzulegen in der Lage war, sind zur Erklärung des auf eine Fläche entstehenden Winddruckes die Erscheinungen vor der Fläche vollkommen hinreichend. Es steht daher mit den Erscheinungen des Winddruckes im Einklange, wenn im Vorigen die Vorgänge auf der Rückseite einer vom Winde getroffenen Fläche auf Bewegungserscheinungen, welche den Druck auf die Fläche weder erhöhen noch vermindern, zurückgeführt worden sind.

Winddruck und Vogelflug.

Von **Friedrich Ritter.**

(Vortrag, gehalten im Wiener flugtechnischen Verein am 6. April 1897.)

1. Vogelflug im Allgemeinen.

In einem früheren Vortrage[4]) war ich auf Grund angestellter Versuche in der Lage, von Winddrucken besonderer Art, welche unter gewissen Verhältnissen den Gesammtwinddruck weit über das gewöhnliche Mass zu steigern geeignet sind, berichten zu können.

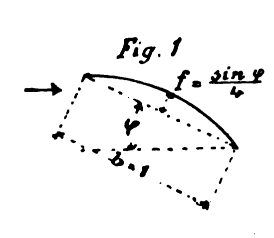
Es sind dies die Nebenwinddrucke und der Rauhheitswinddruck.

---

[1]) Brückenbau bei Müngsten in Rheinpreussen 1891.
[2]) Zeitschr. d. öster. Ing.- und Archit.-Vereins 1894.
[3]) Zeitschrift f. Luftschiffahrt u. Ph. d. A. April, Mai 1896, Februar 1897 u. ff.
[4]) Zeitschr. f. Luftschiffahrt u. Ph. d. Atm. Febr. 1897 u. ff.

Die ersteren stellen sich insbesondere dann ein, wenn einseitig zum Winde geneigte Flächen einer Mittelfläche gleichsam als Arme eingefügt sind. Bis auf eine gewisse Entfernung von der Mittelfläche zeigte sich in diesem Falle der Winddruck erhöht, so dass derselbe für eine Neigung $\varphi = 22^\circ 30'$ bei geraden Armen gleich dem 3.5fachen, bei nach der Länge etwas einwärts gekrümmten Armen gleich dem $\frac{0.71}{0.165} = 4.3$fachen des normalen Winddrucks gemessen wurde.

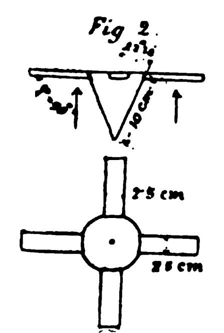
Die zweite Art Winddruck, der Rauhheitswinddruck, zeigte sich durch die mehr oder minder grosse Rauhheit der Fläche, auf welche der Wind fällt, und durch den Winkel, unter welchem die vom Lufthügel ausgehenden Luftwellen mit dem Rande der Fläche zusammentreffen, bedingt. Derselbe machte sich besonders bei schwach geneigten Flächen bemerkbar, ist in der Hauptsache einem Produkte $m\,a \sin a \frac{\varphi}{2}$, wobei a von 1.55 bei Briefpapier als dem glattesten Papier bis zu 0·84 bei tuchartig rauhem als dem rauhesten Papier sich ändert und m ungefähr 1.4 beträgt, proportional und erreicht für jeden Winkel φ bei einer demselben entsprechenden Rauhheit der Fläche ein Maximum.



Die Untersuchung des Rauhheitswinddruckes führte zur Erklärung der bekannten Erscheinung, dass unter kleinem Winkel vom Winde getroffene flach hohle Flächen einen grösseren Winddruck als ebene Flächen zeigen, und zwar ergab sich in dem Falle, als die Tangente an den Vorderrand der hohlen Fläche der Windrichtung parallel, das Krümmungsverhältnis der Hohlfläche somit $\frac{f}{b} = \frac{\sin\varphi}{4}$ ist, der Winddruck übereinstimmend mit der Erfahrung ungefähr gleich dem 2·5fachen des Winddruckes auf eine unter demselben Winkel φ zum Winde geneigte ebene Fläche.

Die Flügel des Vogels sind einem Mittelkörper, dem Vogelleibe, seitlich angefügt. Sie sind im Allgemeinen einseitig unter kleinem Winkel zu dem durch den Flug hervorgerufenen künstlichen Winde geneigt, nach der Quere flach hohl geformt und können von dem Vogel nach Bedarf auch in der Richtung der Länge flach einwärts gekrümmt werden. Sie besitzen ferner bei aller Glätte mit Hinsicht auf die gerippte Beschaffenheit der Federnoberfläche eine gewisse, ihnen eigenthümliche Rauhheit. Es erscheinen sonach beim fliegenden Vogel jene Umstände vereint vorhanden, welche nach dem Vorigen eine Erhöhung des Winddruckes auf die Flügel hervorzurufen geeignet sind.

Nachdem die Versuche, den Flug der Vögel auf Grund der gewöhnlichen, an vereinzelt vom Winde getroffenen und meistens ebenen Flächen gemessenen Winddrucke zu erklären, nicht zum Ziele geführt haben, möge es im Folgenden gestattet sein, die erwähnten Nebenwinddrucke und den Rauhheitswinddruck zu diesem Behufe heranzuziehen.



Hierbei werde vorausgeschickt, dass, wenn die geraden Armflächen einer zusammengesetzten Fläche statt um $\varphi = 22^\circ 30'$ um $\varphi = 90^0$, also senkrecht zum Winde geneigt sind, nach den Messungen an dem hier vorgewiesenen vierarmigen Papierkegel so gut wie keine Nebenwinddrucke entstehen. Die Nebenwinddrucke nehmen sonach, wenn der Winkel φ abnimmt, zu, und es ist wahrscheinlich, dass sie, wenn φ weniger als $22^\circ 30'$ beträgt, grösser sind, als sie nach dem Vorigen für $\varphi = 22^\circ 30'$ gemessen wurden. Annähernd kann hiernach der

Winddruck auf nach der Länge einwärts gekrümmte Armflächen vielleicht zu dem $4 \cdot 3 \times \frac{90^0 - \varphi}{90^0 - 22.^0 5}$ fachen des normalen Winddruckes angenommen werden.

Fallversuche an den hier vorgewiesenen, mit feinen Vogelfedern (Eiderduhnen) besetzten Papierkegeln haben ferner die nachbezeichneten Winddrucke ergeben; und zwar:

Neigungswinkel der Kegelfläche φ	an Kegeln in Theilen von $\frac{v^2 \gamma}{g}$ [1]) und per Flächeneinheit früher beobachtete Winddrucke n			daraus berechneter grösstmöglicher Werth n		an den mit Vogelfedern besetzten Kegeln beobachtetes n
	Briefpapier ($a = 1.55$)	Pauspapier ($a = 1.28$)	Crèpepapier ($a = 0.84$)	bei $a =$	n	
22° 30′	0.24	0.26	0.33	0.61	0.34	0.34 bei Fasern lang; 0.34 „ „ kurz
15°	„	0.18	0.26	0.49	0.29	0.28
10°	„	0 15	„	0.41	0.26	0.24
7° 30′	„	0.12	„	0.37	0.24	0.26

Aus denselben geht hervor, dass der Winddruck auf mit Vogelfedern besetzte Flächen bei jedem der untersuchten Winkel φ ungefähr dem Maximum des bei demselben überhaupt möglichen Winddruckes gleichkommt, wonach die Vogelfeder innerhalb gewisser Grenzen zur Hervorrufung eines grossen Winddruckes besonders geeignet wäre.

Versuchen wir es daher, auf Grund dieser Ergebnisse die Geschwindigkeit v zu berechnen, bei welcher der Storch, sich unter Ausbreitung seiner Flügel horizontal vorwärts bewegend, zu schweben vermag.

Die Flügel seien unter $\varphi = 3^0$ gegen die Flugrichtung geneigt und der Rauhheitscoefficient $a = 0.33 = \frac{1}{3}$ so ergiebt sich in Theilen von $\frac{v^2 \gamma}{g}$ per Einheit Flügelflächen, wenn diese Flächen einzeln dem Winde ausgesetzt sind:

a) Stosswinddruck, d. i. aus dem elastischen Stosse des Windes auf die Vorderfläche des Lufthügels hervorgehender Druck:

$$n' = \frac{\sin^2 \varphi}{2} \left(\cos \frac{\varphi}{2} + \sin \frac{\varphi}{2} \right) = 0.001$$

b) Rauhheitswinddruck:

$$n'' = \frac{m a}{2} \left(\cos^3 \frac{\varphi}{2} \cdot \sin^a \frac{\varphi}{2} + \sin^3 \frac{\varphi}{2} \cdot \cos^a \frac{\varphi}{2} \right) = \frac{0.7}{3} \sqrt[3]{0.026} = 0.069$$

Gesammtwinddruck $n = 0.070$

Da die Flügelflächen nicht einzeln, sondern dem Vogelleibe seitlich angefügt dem Winde entgegenstehen und ausserdem von dem Vogel in der Richtung der Länge einwärts gekrümmt werden können, so folgt eine Erhöhung dieses Druckes auf das $\mu = \frac{90 - 3}{90 - 22.5} \times 4.3 = 5.5$fache, somit auf

$$n = 5.5 \times 0.070 = 0.39$$

[1]) v = Windgeschwindigkeit, γ = Gewicht der Raumeinheit Luft, g = Beschleunigung durch die Schwere.

Die nach der Quere flach hohle Gestalt der Flügel erhöht diesen Druck, soweit sich derselbe aus Rauhheitswinddruck herleitet, auf das $2.5^{1/3} = 1.36$fache, d. i. auf

$$n = 1.36 \times \frac{0.069}{0.070} \times 0.89 = 0.52$$

oder ungefähr das $\frac{0.52}{0.052} = 10$fache des v. Loessl'schen Sinuswerthes.

An Rundlaufapparaten sind bei $\varphi = 8^0$ und flach hohlen Flächen von Lilienthal[1]) Winddrucke $n = 0.21$ bis 0.29, von Wellner[2]), wenn man die Nebenwirkungen des Windes durch Verminderung des Winkels um $4°$ annähernd ausgleicht, Winddrucke $n = 0.75$ bis 0.90 gemessen worden. Der zu 0.52 berechnete Werth von n liegt sonach innerhalb der durch Versuche erhobenen Werthe.

Nachdem der Storch, zufolge Lilienthal, auf jeden m² Flügelfläche $q = \frac{4.0}{0.5} = 8$ kg wiegt, so wird, um den Storch schwebend zu erhalten ($\cos 8^0 = 1$ und $\frac{\gamma}{g}$ für mittlere Flughöhen gleich $\frac{1}{8.4}$ gesetzt), eine Geschwindigkeit v des Fluges des Storches erfordert von ungefähr

$$n . \frac{v^2 \gamma}{g} = \frac{0.52}{8.4} . v^2 = 8, \text{ d. i. } v = \sqrt{\frac{8.84}{0.52}} = 11.6 \text{ m. p. S.}$$

Bekanntlich haben Lilientahl und Milla[3]) diese Geschwindigkeit zu 10.6 bis 12.4 m, also ungefähr gleich gross berechnet und diesen Werth dem wirklichen Fluge des Storches angemessen gefunden.

Eine Taube, welche nach v. Loessl[4]) bei 0·075 m² Flügelfläche 0·30 kg, also $q = \frac{0.80}{0.075} = 4$ kg p. m² wiegt, würde nach demselben Werthe von $n = 0.52$ sich bei einer Fluggeschwindigkeit

$$v = \sqrt{\frac{4 \times 8.4}{0.52}} = 8.2 \text{ m p. S.}$$

schwebend erhalten können. In Wien kann man Tauben bei v — 6 bis 10 m p. S. wirklich schwebend fliegen sehen.

Der Vogelflug erschiene somit auf Grund der durch Versuche gefundenen Grössen des Winddruckes in der That erklärt, der Flug der Vögel, wie wir ihn täglich beobachten, böte nichts Räthselhaftes mehr. Indessen möge, um auch die Nebenerscheinungen des Vogelfluges zu untersuchen, im folgenden die Berechnung noch mehr im Einzelnen durchgeführt werden.

2. Flugbeginn.

Damit der Vogel mit seitwärts ausgebreiteten Schwingen in ruhender Luft horizontal seinen Flug beginnen könne, ist zweierlei nöthig: Die Fluggeschwindigkeit muss zur Hervorbringung eines das Gewicht des Vogels tragenden Winddruckes, wie dies vorstehend untersucht wurde, gross genug sein; der Vogel muss ausserdem durch zeitweise mit den Flügeln ausgeführte Ruderschläge hinreichend Kraft entwickeln, um den durch die schiefe Stellung der Flügel in der Richtung des Flugs vom Winde hervorgerufenen Widerstand, den Flügelwiderstand, zu überwinden.

---

1) Der Vogelflug 1889.
2) Zeitschrift des öster. Ing.- und Arch.-V. 1893.
3) Die Flugbewegung der Vögel 1895.
4) Die Luftwiderstandsgesetze u. s. w. 1896.

Diese beiden Bedingungen führen, wenn man bei der Kleinheit des Winkels φ wieder dessen Cosinus $= 1$ setzt, zu der früheren Gleichung

$$q = n \cdot \frac{v^2 \gamma}{g}$$

und, wenn W' den Flügelwiderstand, Q das Gesammtgewicht des Vogels bezeichnet,

$$W' = Q \, tg \varphi$$

oder, wenn statt W' die in der Zeiteinheit vom Vogel zu leistende Arbeit $W'v$ eingeführt und $\frac{W'v}{Q} = z'$ gesetzt wird,

$$z' = v \, tg \varphi.$$

Diese Gleichungen gehen, wenn $q = \frac{Q}{F} = \frac{G}{F}$, $z' = \frac{A}{G}$ und nach v. Loessl $n = sin \varphi$ gesetzt wird, in die bekannten Ausdrücke $\frac{G}{F} = \frac{v^2 \gamma}{g} sin \varphi \, cos \varphi$ und $\frac{A}{G} = v tg \varphi$ über.

Auf den durch die Vorwärtsbewegung des Vogel**körpers** entstehenden Widerstand, den „Stirnwiderstand", ist hierbei, da derselbe zu Beginn des Fluges klein ist, keine Rücksicht genommen. Ebenso erscheint die bei flach hohlen Flügeln dem Fluge günstige Vorwärtsneigung der Druckmittellinie gegen die Normale[1]) nicht in Betracht gezogen.

Vernachlässigt man in den früher erwähnten Ausdrücken für den Winddruck auf ebene Flächen angesichts der Kleinheit der Winkel die höheren Potenzen von $sin \varphi$ gegen die niedrigen, so ergiebt sich für ebene Flächen

$$\text{Stosswinddruck} \;\ldots\; n' = \mu \cdot \frac{sin^2 \varphi}{2}$$

$$\text{Rauhheitswinddruck} \;\ldots\; n'' = \frac{\mu m a}{2} \cdot sin^a \frac{\varphi}{2}$$

$$\text{d. i. zus.:} \quad n = \mu \left(\frac{sin^2 \varphi}{2} + \frac{ma}{2} \cdot sin^a \frac{\varphi}{2} \right)$$

Sind die Flächen sehr **glatt**, so dass a grösser als 2 angenommen werden kann, wobei $ma = K$ ungefähr 2·5 bis 4 beträgt, so verschwindet in dem Ausdrucke für n das zweite Glied gegen das erste; es folgt

$$n = \frac{\mu}{2} \cdot sin^2 \varphi.$$

oder, wenn, was nach dem früheren für gewisse Fälle zulässig ist, $\mu = 2$ gesetzt wird,

$$n = sin^2 \varphi$$

d. h. man gelangt zu der, wenn ich nicht irre, Newton'schen Formel des Winddrucks.

Ist umgekehrt a kleiner als 2, mit anderen Worten die Fläche mehr oder weniger rauh, so bleibt von den beiden Gliedern des Ausdruckes für n nur das zweite übrig. Der Winddruck beträgt

$$n = \frac{\mu m a}{2} \cdot sin^a \frac{\varphi}{2}$$

oder, wenn für mittelrauhe Flächen $a = 1$, $ma = 1.36$ gesetzt und μ zu 2.94 angenommen wird,

$$n = \frac{2.94 \times 1.36}{2} \cdot sin \frac{\varphi}{2} = 2 \cdot sin \frac{\varphi}{2} = sin \varphi,$$

d. h. man erhält die v. Loessl'sche Sinusformel.

[1]) vergl. Vortrag vom 20. Nov. 96 in Zeitsch. f. Luftsch. u. Ph. d. A. Febr. 1897 u. folg.

Sowohl die Newton'sche, als die v. Loessl'sche Winddrucksformel sind somit in dem durch die obigen Formeln dargestellten allgemeineren Gesetze enthalten.

Für den Vogelflug kommen die Werthe von a, welche kleiner als 1 sind, in Betracht. Wenn man den bezüglichen Werth von n in die früheren Formeln einsetzt und durch Multiplication desselben mit $2.5^a = \lambda^a$ der nach der Quere flach hohlen Gestalt des Vogelflügels Rechnung trägt, so wird

$$q = \frac{\mu m \gamma}{2g} \cdot a \lambda^a \cdot \left(\frac{\varphi}{2}\right)^a \cdot v$$

$$z' = v\varphi = 2v \cdot \frac{\varphi}{2}$$

worin nach dem Früheren $\frac{m\gamma}{2g} = \frac{0.7}{8.4} = \frac{1}{12}$ und μ zu ungefähr $= 4.3 \times \frac{90^0 - \varphi}{90^0 - 22.^0 5}$ gesetzt werden kann.

Durch Wegschaffung von φ aus diesen Gleichungen folgt

$$v = \sqrt[2-a]{\frac{\frac{2g}{\mu m \gamma} \cdot \frac{q}{a}}{\left(\frac{z'\lambda}{2}\right)^a}} = \sqrt[2-a]{\frac{\frac{12\,q}{\mu a}}{\left(\frac{z'\lambda}{2}\right)^a}}$$

Von den vier Grössen λ, z', q und a, welche nach diesem Ausdrucke die Geschwindigkeit v' bestimmen, kommt die erstere von $\lambda = c^a$ 2.5 als Coefficient im Product $z'\lambda$ vor. Nachdem λ für ebene Flächen 1 beträgt, so wird hiernach die Leistung des Vogels für den Flug durch die nach der Quere hohle Form seiner Flügel gegenüber ebenen Flügeln auf ungefähr das 2.5fache erhöht.

Die Grösse $\frac{W'v}{Q} = z'$, welche angiebt, um wieviel in Metern od. dergl. der Vogel mit der für seinen Flug erforderlichen Arbeit sein Gewicht in der Secunde zu heben vermöchte, wird durch die Leistungsfähigkeit $\frac{A}{Q} = z$ des Vogels bestimmt, und diese kann, da das die Gesammtleistungsfähigkeit A bestimmende Volumen oder Gewicht seiner Muskeln ungefähr im gleichen Verhältniss wie das Körpergewicht Q ab- und zunimmt, für Flieger verschiedener Grösse annähernd gleich gross angenommen werden. Bekanntlich vermögen auch kleine Thiere, wie Fliegen, Mücken u. dergl. ihr Gewicht in der Secunde fast ebenso hoch zu heben wie der Mensch und grössere Thiere.

Im Uebrigen steht z' als ausgeübte Leistung einigermassen dem Belieben des Vogels anheim, und da z' im Nenner des die Geschwindigkeit v bestimmenden Bruches vorkommt, so kann der Vogel, je mehr er sich anstrengt, mit desto geringerer Geschwindigkeit seinen Flug beginnen. Für den Storch z. B. berechnet sich:

bei $z' = 0.5$ m und $a = 1/3$ . . . $v = 11.6$ m.
„ „ $= 1.0$ „ „ „ $= 1/2$ . . . „ $= 9.8$ „
„ „ $= 2.0$ „ „ „ $= 2/3$ . . . „ $= 7.3$ „

Die Leistungsfähigkeit des Vogels nimmt naturgemäss mit der Dauer der Anstrengung ab. In Wien habe ich eine Krähe in einer Secunde sich $z = 5$ m hoch, eine andere in anderthalb Sekunden sich $z = \frac{4}{1.5} = 2.7$ m p. S. hoch heben sehen. Lilienthal[1]) berechnet für den ungünstig fliegenden Storch $z = \frac{75}{10 \times 4.0} = 2$ m und

[1]) Der Vogelflug 1889.

führt an, dass ein Mensch für „kurze Zeit" sein Gewicht $z = 1$ m hoch p. S. zu heben vermöchte.

Geht man deshalb von der Anschauung aus, dass sich der Flieger nur mässig anstrenge, so wird z' für Flieger von der Grösse des Storches vielleicht zu ungefähr 0.5 m, für kleinere Flieger mit Rücksicht auf den (vergl. Schmetterlinge und Fliegen) vergleichsweise lockeren Bau ihrer Muskeln vielleicht abnehmend bis zu ca. 0.33 m angenommen werden können.

Die Werthe $\frac{Q}{F} = q$ sind, da das Gewicht Q mit dem Cubus, die Flügelfläche F mit dem Quadrate der linearen Vogelgrösse bei ähnlichen Formen zu- und abnehmen, dieser linearen Grösse, also z. B. der Länge l des Vogelleibes ungefähr proportional, so dass der Quotient $\frac{q}{l}$ annähernd von der Vogelgrösse unabhängig wäre. Bekanntlich haben dies die von Müllenhoff, Hartings u. A.[1]) über den Werth des verwandten Quotienten $\frac{\sqrt[3]{Q}}{\sqrt[2]{F}}$ angestellten Untersuchungen bestätigt und nur ergeben, dass derselbe mit abnehmender Grösse des Fliegers ebenfalls etwas kleiner wird, was vielleicht auf die bereits erwähnte Lockerheit der Muskeln kleiner Flieger zurückzuführen ist.

Bezüglich des Rauhheitscoëfficienten a liessen die angeführten Versuche mit Vogelfedern erkennen, dass sich derselbe innerhalb gewisser Grenzen dem Bedürfnisse des Vogels anpasst. Nimmt man deshalb, von Darwin'scher Anschauung geleitet, an, dass überhaupt jeder Flieger mit der für seine Grösse passendsten Flügelrauhheit a ausgerüstet sei, und setzt mit Bezug hierauf $\frac{\partial v}{\partial a} = \frac{\partial v_0}{\partial a_0} = 0$, so berechnen sich für verschiedene Werthe von q bezw. für verschiedene Grösssen des Fliegers folgende Werthe der Geschwindigkeit v_0:

$\frac{2}{a_0} - 1$	a_0	z'	q	v_0	Annähernde Grösse des Fliegers.
		m	kg p. m²	m p. S.	
7.5	0.235	0.76	178	66	
7.0	0.250	0.70	99	48	
6.5	0.267	0.64	54	34	
6.0	0.285	0.59	30	24.5	Singschwan (Marey).
5.5	0.308	0.54	16.3	17.5	
5.0	0.333	0.50	9.0	12.5	Albatros. Storch, Adler.
4.5	0.364	0.46	5.0	9.0	Krähe.
4.0	0.400	0.42	2.8	6.4	Taube.
3.5	0.444	0.39	1.6	4.6	Thurmfalke.
3.0	0.500	0.35	0.9	3.3	
2.5	0.571	0.33	0.5	2.4	
2.0	0.667	0.30	0.3	1.7	Schmetterling.
1.5	0.800	0.28	0.18	1.2	Stechmücke, Fliege.

[1]) Marey, Vol des oiseaux 1890.

Nach diesen Zahlen nimmt das Erforderniss an Rauhheit der Flügelflächen (Werthe $\frac{2}{a_0} - 1$) mit der Grösse des Fliegers ab. Die Mücke und die Fliege als kleinste der angeführten Flieger besitzen in der That nicht mehr mit Federn bekleidete, sondern hornartige, fast glatte Flügelflächen.

Eine Fliege mit den befiederten Flügeln des Adlers, ein Adler mit den glatten Flügeln der Fliege, sie könnten beide nicht fliegen.

Man erzählt sich von Vögeln, welche, im Winter vom Regen durchnässt, bei plötzlich eintretendem Frost, weil sich ihre Flügel mit Eis überziehen, wie gelähmt zu Boden fallen.

8. Dauerflug.

Wenn der Storch, nachdem er mit $v =$ ca. 11.6 m i. d. S. seinen Flug begonnen hat, den Flug beschleunigt, so nimmt die nach dem Vorigen für den Flug aufzuwendende Arbeit im Verhältnisse

$$\frac{z'}{z'_0} = \frac{1}{\left(\frac{v'}{v_0}\right)^{\frac{2}{a}-1}}$$

ab; sie würde somit, nachdem $\frac{2}{a} - 1$ für den Storch ungefähr 5 beträgt, ungemein rasch abnehmen.

Dieser Abnahme steht jedoch die wachsende Grösse der bisher vernachlässigten Stirnwiderstandsarbeit, welche mit der dritten Potenz der Fluggeschwindigkeit zunimmt, gegenüber.

Nach Lilienthal beträgt die zur Ueberwindung des Stirnwiderstands vom Storche bei $v = 10.6$ m zu leistende Arbeit $Qz'' = 0.3$ mkg p. S.; sie kann hiernach, da sie dem Quotienten $\frac{v^3}{q}$ proportional ist und $\frac{Q}{q} = F$ beim Storch 0.5 m² beträgt, für m und kg allgemein zu

$$z'' = \frac{0.3 \times v^3}{0.5 \times 10.6^3 \times q} = \frac{v^3}{2000 . q}$$

angenommen werden.

Für die im Vorigen berechnete Geschwindigkeit $v_0 = 11{\cdot}6$ m ergiebt sich beim Storch

$$z_0'' = \left(\frac{11.6}{10.6}\right)^3 . \frac{0.3}{4} = 0.10 \text{ m}$$

und es hat sonach der Storch zu Beginn seines Fluges im Ganzen eine Arbeit

$$z^0 = z_0' + z_0'' = 0.49 + 0.10 = 0.59 \text{ m p. S.}$$

zu leisten.

z' nimmt, wenn v wächst, zu, z'' ab. Berechnet man die Geschwindigkeit v_1, bei welcher ein Minimum von Gesammtarbeit für den Flug des Storches erfordert wird, so ergiebt sich ungefähr

$$v_1 = 15.4 \text{ m}$$

$$\left.\begin{array}{l} z_1' = 0.07 \\ z_1'' = 0.23 \end{array}\right\} z_1' + z_1'' = z_1 = 0.30 \text{ m p. S.}$$

Der Storch vermag sonach, indem er seinen Flug von 11.6 m auf 15.4 p. S. beschleunigt, die für den Flug nöthige Arbeit von 0.59 auf 0.30 m p. S., also fast auf die Hälfte herabzumindern.

4. Fliegen im Winde.

Was geschieht, wenn ein in ruhender oder horizontal bewegter Luft horizontal mit einem Arbeitsaufwande $z = 0.59$ bis 0.80 m p. S. fliegender Storch in Luftschichten geräth, welche sich mit $z = 0.59$ bis 0·80 m p. S. Geschwindigkeit aufwärtsbewegen?

Die von dem Vogel zu leistende Flugarbeit wird in diesem Falle offenbar dem Vogel abgenommen; er hat nichts mehr zu leisten, sondern fliegt mühelos.

Höbe sich die Luft um mehr als 0.59 bis 0.80 m in der Secunde, so könnte der Vogel sogar mühelos aufwärtsfliegen, seinen Flug beschleunigen u. A. mehr.

Giebt es in dieser Weise und in diesem Masse aufsteigende Luft?

Wenn der Wind ansteigende Gebäude bestreicht, so ist auch seine Bewegung aufwärts gerichtet. Am Brenner in Tirol weht der Wind oft tagelang mit 2.5 bis 3 m p. S. horizontaler und, wie an den mitgeführten Nebeln erkennbar, ca. 1 m p. S. aufwärts gerichteter Geschwindigkeit. In einer solchen Luftströmung, welche man bis zu Höhen von 500 bis 1000 m über der Thalsohle beobachten kann, vermag somit ein Raubvogel mühelos seine Kreise zu ziehen.

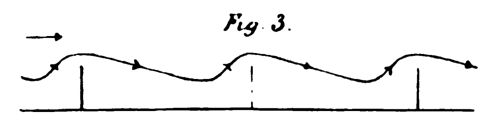
Die Luft des Windes steigt aber auch aufwärts, wenn sie in ihrer Vorwärtsbewegung auf Hindernisse, eine Wand, ein Haus u. dergl. stösst. Die Luftfäden werden in diesem Fall, wie Zeppelin[1]) beschreibt, mit „beschleunigter" Bewegung „aufwärts" gelenkt.

Ueber dem Dachgesims des naturhistorischen Museums in Wien habe ich in einer solchen aufwärts gerichteten Windströmung eine Taube mehrere Secunden lang mühelos, dem Winde entgegengewendet, an einer Stelle schweben gesehen.

Langley[2]) erzählt von einem Bussard, welcher über der Brüstung einer den Potomac in Washington übersetzenden Brücke lange Zeit, dem Winde entgegengerichtet, ohne Mühe schwebte.

Bekannt ist[3]) der mühelose Flug der Vögel bei Wind an der steilen Felsküste von Helgoland, über den Meereswogen, dem Segel eines fahrenden Schiffes oder dem Saume einer Waldlichtung.

Wenn die Luft des Windes an einem solchen Hinderniss in die Höhe gestiegen ist, sinkt sie hinter demselben wieder in die frühere Höhe zurück; die Rückwärtsbewegung erfolgt jedoch, wie ich in einem früheren Vortrage[4]) ausgeführt habe, bei einem nur einigermassen starken Winde **langsamer** als die vorherige Aufwärtsbewegung.



Die durch diese Aufwärtsbewegung an die oberen Luftschichten abgegebene Stosskraft wird deshalb durch die darauf folgende Abwärtsbewegung nicht aufgezehrt; es bleibt ein Ueberschuss an nach oben abgegebener Energie übrig, und wenn sich mehrere solcher Hindernisse auf dem Boden hintereinander befinden, so geht eine beträchtliche Menge von Energie oder lebendiger Kraft, während der Wind weht, vom Boden aufwärts in die Luft über.

Wie weit hinauf diese Energieabgabe, welche Drucke nach oben hervorrufen muss, reicht, und wie gross sich diese Drucke gestalten, kann wohl zunächst nicht ermessen werden. Indessen konnte man beispielsweise in Wien während der Monate

[1]) Zeitschrift d. V. deutscher Ingenieure 1895.
[2]) Internal work of the wind 1898.
[3]) Müllenhof in Zeitschr. f. Luftsch. u. Ph. d. A. 1894.
[4]) Ueber Bewegungserscheinungen hinter einer vom Winde getroffenen Fläche, Zeitschr. f. Luftsch. u. Ph. d. A. 1897.

Januar und Februar 1897 beobachten, dass, während an nebelfreien Tagen[1]) der Wind mit durchschnittlich 8 m p. S. blies, die Geschwindigkeit an den Tagen mit Nebel, d. i. zur Zeit, als Wolken sich der Erde auflagerten, nur 2 m i. d. S. betrug.

Bekannt ist ferner, dass die Geschwindigkeit des Windes, also auch die dem Winde innewohnende Energie mit der Höhe über dem Erdboden zunimmt. Für Berlin hat z. B. Vettin[2]) diese Geschwindigkeit:

nahe am Boden (Wind)	$v =$ 6.2 m
600 m darüber	= 11.7 „
1400 „ „	= 9.5 „
2400 „ „	= 11.0 „
4700 „ „	= 16.2 „
8000 „ „	= 18.7 „

i. d. Sec. gefunden.

In Paris[3]) bläst der Wind auf dem 300 m hohen Eiffelthurm 2 bis 5mal so schnell als in dem nur 21 m über dem Boden liegenden meteorologischen Centralbüreau.

Nach in Wien von mir vorgenommenen Messungen weht der Wind am Boden durchschnittlich mit ungefähr 2.5 m, in 20—30 m Höhe über demselben mit 4—6 m in 1200—1800 m Höhe (Regenwolkenhöhe) mit 12 m i. d. S.

Es bestehen aber auch direkte Messungen über die vom Winde hervor gerufenen Aufwärtsdrucke.

Lilienthal hat an der Windfahne 3 bis 4°, Langley[4]) bei Versuchen über Winddruck im Winde 5° Aufwärtsbewegung des Windes gemessen.

Auf dem Pariser Eiffelthurm[5]) ergab sich bei 19 m Horizontalgeschwindigkeit des Windes eine lineare Aufwärtsbewegung der Luft von 3 m p. S., eine Richtung auf wärts sonach von 9°.

Ob man nun diese Messungsergebnisse als ein wirkliches Ansteigen der Luft oder, wie die obigen Ausführungen vermuthen lassen, als einen sich mit dem horizontalen Winddruck zu einem schiefen Druck verbindenden Druck aufwärts auffasse, in ihrer Wirkung auf den fliegenden Vogel kommen sich beide Auffassungen gleich. Wenn deshalb nach obigen Zahlen eine Aufwärtsrichtung des Windes von ungefähr $\frac{3.5 + 5 + 9}{3} = 6^\circ$ d. i. ein Ansteigen desselben von ungefähr $tg\ 6^\circ = {}^1/_{10}$ angenommen werden kann, so genügt schon ein Wind von ca. 3 bis 6 m Geschwindigkeit p. S., um den fliegenden Storch zu tragen. Weht der Wind schneller, was nach dem Vorigen besonders in grösseren Höhen über dem Erdboden zu erwarten ist, so verfügt der Storch oder ein anderer Vogel über soviel überschüssige Kraft, dass er mühelos mit dem Winde gleichsam spielen kann.

„Wenn meine Tauben in Aussee“, sagte mir v. Loessl, „zu Mittag von ihrem vormittägigen Ausfluge zurückkommen, so sehen sie durchaus nicht ermüdet aus.“

Wenn hiernach schon die Winde des hügeligen Binnenlandes, an dessen Unebenheiten sich die Kraft des Windes zersplittert, dem Flug der Vögel förderlich sind, wie viel mehr wird das der Fall sein, wo, wie im Flachland und in der Nähe des Meeres, sich die Winde frei entfalten können! Die grossen Flieger finden sich denn auch, nach Lilienthal, an und auf dem Meere.

---

[1]) Nach Aufzeichnungen der meteorol. Centr.-Anstalt.
[2]) Vettin in Zeitschr. f. Luftsch. u. Ph. d. At. 1891, Pernter in Schriften d. V. z. Verbreitung naturwiss. Kenntnisse, Wien 1892/93.
[3]) Centralblatt d. Bauverwaltung 1890.
[4]) Experiments in Aërodynamics 1891.
[5]) Ztschr. f. Luftsch. u. Ph. d. A. 1891.

Es giebt aber noch eine Ursache für die Aufwärtsbewegung der Luft.

Ueber einem geheizten Ofen steigt die Luft in die Höhe. Trockenes Land, welches im Sommer von der Sonne beschienen wird, erwärmt sich schneller als feuchte Wiesen oder Wasserflächen. Bei einer Fahrt des Ballons Phönix im Sommer 1894[1]) wurden in verschiedenen Höhen Aufwärtsbewegungen der Luft von 0.5 bis 0.8 m p. S., genügend also, um einen Vogel schwebend zu erhalten, beobachtet.

Versetzt man sich daher in ein Land, wo es, wie unter den Tropen, im Vergleich zu hier immer Sommer ist, nimmt man dazu die den Austausch der Winde begünstigende Nähe von Land und Meer und denkt sich ausserdem die Vögel, welche dort wohnen, seit vielen Generationen im Segelfluge geübt, so begreift man, wie ein so massgebender Beobachter wie Darwin[2]) begeistert von den Condoren berichten kann, dass sie, „wunderbar und herrlich an einem so grossen Vogel, stunden- und stundenlang und anscheinend ohne Mühe, segelnd und gleitend über Berg und Fluss dahinziehen."

5. Schluss (künstliche Flieger).

Wenn man sich nach diesen Ausführungen frägt: kann der Mensch fliegen, d. h. ist es ihm mit Hülfe geeigneter Vorrichtungen möglich, einzeln oder im Verein mit anderen durch die Luft fliegend seinen Ort zu verändern, so kann hierauf, da der Mensch grösser und schwerer ist als der grösste Vogel, wohl nur mit Vorsicht geantwortet werden. Es sei deshalb nur Einzelnes hier berührt.

Was die Herstellung der nöthigen Rauhheit der Flügelflächen betrifft, so habe ich hier zweierlei Kegel aus Pauspapier von $\varphi = 30^0$ Neigungswinkel. Die einen besitzen einen gewöhnlichen, in der Ebene der Kegelfläche liegenden Rand; der glatte oder gezähnelte Rand der anderen ist schmal senkrecht zur Fläche nach aussen aufgebogen.

Die letzteren Kegel fallen durch die Luft deutlich langsamer als die ersteren zu Boden; der Winddruckscoefficient, bei den gewöhnlichen Kegeln aus Pauspapier $n = 0.32$, ergiebt sich bei ihnen zu ungefähr $n = 0.41$; es ist somit, ohne gerade zu einer Verkleidung mit Vogelfedern greifen zu müssen, möglich, die Rauhheit einer Fläche für den Winddruck künstlich zu erhöhen.

Die Lenkung des Fluges betreffend, welche in hohem Grade dessen Sicherheit bedingt, ist darauf hinzuweisen, dass der Winkel $\frac{z'}{v} = \varphi'$, unter welchem sich der Vogelflügel zum Winde einzustellen hat, mit zunehmender Grösse des Fliegers kleiner wird. Darwin beschreibt diese Einstellung beim Vogel, indem er vom Flug der Condore erzählt[3]):

„Kopf und Hals wurden häufig und scheinbar heftig hin und her bewegt, und es schien, als ob die ausgebreiteten Schwingen die „„Stütze"" (fulcrum) bildeten, auf welche die Bewegungen von Hals, Leib und Schwanz einzuwirken hätten."

Die Einstellung erfolgt naturgemäss um so schneller und sicherer, je schmaler und in Folge dessen länger der Vogelflügel ist. In der That finden wir, wenn wir die Länge l des Fliegerleibes mit der Flügelspannweite L des Fliegers vergleichen, dass das Verhältniss $\frac{L}{l}$ bei den kleinen Fliegern (Fliege, Schmetterling) 2 bis 3, bei den grossen Fliegern (Storch) 5 bis 6 beträgt. Der Albatros, nach Lilienthal[4]) ein besonders geschickter Flieger, hat lange, schmale, „fast säbelförmige" Flügel.

---

[1]) Süring und Berson in Ztsch. f. Luftsch. u. Ph. d. A. 1896.
[2]) Langley, Internal work of the wind, 1893.
[3]) Langley, Internal work of the wind 1893.
[4]) Der Vogelflug 1889.

Mouillard[1]) erzählt von einem Adler, welcher, vom Sturme erfasst, wegen der für den Sturm nicht geeigneten Form seiner Flügel desselben kaum Herr werden konnte. Ein anderer Vogel, wie „ein kleines Huhn," nur gross, bewältigte den Sturm; seine Flügel waren aber, nach Mouillard, „lang und schmal wie ein Zeichenlineal".

Die künstlichen Flieger werden hiernach, da sie grösser als der Storch sind, voraussichtlich schlankere Flügel als dieser zu erhalten haben.

Je länger der Flügel, desto stärker werden seine Fasern durch den zu übertragenden Druck gespannt, aus desto festerem und dichterem Material wird der Flügel gebaut werden müssen.

Wenn sich daher aus derselben Ursache schon im vorigen gezeigt hat, dass das verhältnissmässige Gewicht q des Fliegers, indem man von Fliege und Schmetterling zum Storche aufsteigt, etwas stärker als die Leiblänge l zunimmt, So wird eine ähnliche Zunahme von q auch, indem man vom Storche zu den grösseren künstlichen Fliegern übergeht, vorzusehen sein.

In der folgenden Tabelle wird das Verhältniss $\frac{q}{l}$, als nach der 8ten Wurzel von l grösser werdend, angenommen. Es berechnen sich darnach für Flieger, welche in Länge und Dicke des Leibes 3, 6 und 18 mal so gross sind als der Storch, folgende annähernde Werthe von q, Q, v_0, z'_0 u. s. w.

Lineare Vergrösserung des Storches	Fliegerleib		Gewicht		Flugbeginn				Dauerflug			
	lang l	dick ∂	q p. m²	Q	Geschwindigkeit p. S. v_0	Arbeitserforderniss p. S. z'_0	z''_0	zus. z_0	Geschwindigkeit p. S. v_1	Arbeitserforderniss p. S. z'_1	z''_1	zus. z_1
	m	m	kg	kg	m	m	m	m	m	m	m	m
1 (Storch)	0.33	0.11	8	4	11.6	0.49	0.10	0.59	15.4	0.07	0.23	0.30
3 (Flieger I). . .	1.0	0.33	27.5	124	23	0.59	0.22	0.81	28.5	0.14	0.42	0.56
6 (Flieger II) . .	2.0	0.67	60.0	1080	36	0.65	0.39	1.04	41.8	0.20	0.62	0.82
18 (Flieger III) . .	6.0	2.0	207.1	33400	72	0.77	0.90	1.67	77.7	0.37	1.15	1.52

Das Arbeitserforderniss für den Flug nimmt nach diesen Zahlen mit der Grösse des Fliegers zu.

Schon bei Flieger I, dessen Gewicht $Q = 124$ kg ungefähr demjenigen eines mit Flügeln bewehrten Mannes (Lilienthal) gleichkommt, in dessen Leib ($l = 1$ m) jedoch kaum ein Kind Raum fände, wird $z = 0.81$ bis 0.56 m p. S. erfordert. Nachdem Menschenkraft bei einigermassen dauernder Anstrengung nur ungefähr $z = 0.2$ m. p. S. leistet, so ist ohne Zuhülfenahme von Maschinenkraft oder ohne günstigen Wind (Lilienthal) ein künstlicher Flug kaum möglich.

Bei Flieger II (erwachsener Mensch in liegender Stellung) zeigt sich z auf 1.0 bis 0.8 m, bei Flieger III (mehrere Personen in aufrechter Stellung) auf ca. 1.7 bis 1.5 m p. S. erhöht.

---

[1]) L'empire de l'air 1881.

Die Anforderungen an die zum Vorantrieb des Fliegers erforderliche Kraft- und Arbeitsmaschine steigern sich sonach mit der Grösse des Fliegers. Aufgaben solcher Art werden wohl auf anderen Gebieten, z. B. dem des Schiffsbaues gelöst, doch dürfte wie dort das Ziel nur schrittweise erreicht und insbesondere, nach den obigen Zahlen, von einem Erfolg im Kleinen noch nicht auf einen gleichen Erfolg im Grossen geschlossen werden können.

Günstig erweist sich die erreichbare Geschwindigkeit v, welche schon bei Flieger II diejenige eines Eisenbahnzuges von ca. 100 km p. St. übertrifft, günstig in Folge dessen auch das auf die Einheit Weglänge bezogene Arbeitserforderniss $\frac{z}{v}$. Dieses Erforderniss oder der für den Flug zu bewältigende Widerstand berechnet sich nämlich:

bei Flieger I ($v = 23-28$ m p. S.) zu 40 bis 20‰
„ „ II ($v = 36-42$ „ „ „) „ 30 „ 20 „
„ „ III ($v = 72-78$ „ „ „) „ 28 „ 19 „

Der Widerstand nimmt hiernach im Unterschied gegen den Widerstand auf Eisenbahnen, wo derselbe bei horizontaler Bahn nach Versuchen auf der französischen Nordbahn[1]):

bei $v = 25$ m p. S. . . . . ca. 8‰
„ $= 38$ „ „ „ . . . . „ 17 „
„ $= 56$ „ „ „ . . . . „ 35 „

beträgt, mit der Geschwindigkeit v nicht zu, sondern eher etwas ab, wobei die Möglichkeit, einen Theil der Flugarbeit vom Winde verrichten zu lassen, nicht berücksichtigt ist.

Der Flieger braucht hierbei keine Bahn und kann sein Reiseziel beliebig wählen.

Wenn daher die mit der Herstellung künstlicher Flieger verbundenen Schwierigkeiten überwunden werden können und es insbesondere gelingt, durch geeignete Vorrichtungen Unfälle, wie die Verunglückung Lilienthal's sicher auszuschliessen, so unterliegt es, so weit die vorstehenden nur angenäherten Berechnungen schliessen lassen, wohl kaum einem Zweifel, dass die Fahrt durch die Luft gegen die Fahrt auf dem Erdboden manche Vorteile zu bieten vermöchte.

Kleinere Mittheilungen.

Bemerkungen zum „Aeronautical Annual No. 3." Das diesjährige amerikanische „aëronautische Jahrbuch" ist seit einiger Zeit erschienen und brachte Informationen, die an Wichtigkeit nur von den allerbestenfrüheren Arbeiten erreicht werden. Dieselben beziehen sich weniger auf die Aërodynamik, deren Studium man in Amerika als für praktische Zwecke schon genügend gefördert anzusehen scheint, (auszunehmen sind allerdings einige höchst wichtige experimentelle Bestätigungen der schon lang bekannten Lilienthal'schen Tabellen) als auf die Aërodromik, deren Erforschung bei uns jetzt, wo wir keinen Lilienthal mehr haben, ziemlich vernachlässigt zu werden scheint, während praktischer Erfolg jetzt nur von ihr abhängt. Das neue, handliche Wort stammt von Professor Langley und bezeichnet ziemlich dasselbe, was ich in einem vorjährigen Aufsatz („Vogelflug und Flugtechnik") den zweiten Theil des Problems der Flugtechnik nannte, für den mir damals allerdings der Name fehlte.

In der Aufrechterhaltung der Stabilität der Flugmaschinen haben es im Verlauf des vorigen Jahres die Herren Langley, Chanute und Herring soweit gebracht,

---

[1]) Schweizerische Bauzeitung v. 25. August 1894.

dass Professor Langley's Modell, dass so schwer ist, wie ein massives Fahrrad und eine Länge von etwa 15 und Spannweite von gegen 12 Fuss besitzt, 5 Minuten lang mit völliger Ruhe und Sicherheit vom Boden aufwärts (vergleiche hiermit die Betrachtungen, die Herr Platte im vorigen Jahr an den Zeitungsbericht des ersten erfolgreichen Flugs dieses Modells knüpfte) zu fliegen vermag, und nach Prof. Langley's Erklärungen, wenn mit Condensator versehen, dies stundenlang thun und so an Höhe des Fluges mit Ballons rivalisieren könnte; dass Herr Herring sich mit seinem regulierten Segelapparat ohne Gefahr im Spätherbst vorigen Jahres einen Wind von über 40 englischen Meilen die Stunde anvertrauen konnte, während er mit dem besten Lilienthal'schen Apparat das Segeln schon bei einem 20 Meilenwind sehr riskant fand; und dass der von Herrn Chanute erfundene Apparat, wenn auch auf ganz andren Principien aufgebaut, doch so stabil war, dass Laien ohne jede Uebung Flüge ohne Gefahr damit riskirten.

Der wichtigste von allen Fortschritten, über welche dieses so erfreuliche Jahrbuch berichtet, scheint mir aber der Anfang zu einer Theorie der Windwirkung zu sein, die von dem sehr verdienstvollen Herrn Herring stammt und welche hinterher die Wirkung von dessen ohne jede Theorie erfundenem Regulator erklärte.

Er fand, dass die gefährlichen rücksichtslosen Windstösse ihren Ursprung in Wirbeln haben, die wie Miniaturcyclone mit dem Wind fortschreiten und bei grösserer Windstärke den Maschinen so unberechenbar sich durchkreuzende Anstösse geben dass die Lilienthal'sche Reguliermethode gegen die in dem Bruchtheil einer Secunde sich mehrmals ändernde heftige Einwirkung sich ohnmächtig zeigt. Während der Herring'sche Regulator, der aus gewissen generellen Eigenheiten dieser Windstösse Nutzen zieht, weil noch nicht patentiert, der Oeffentlichkeit vorläufig noch vorenthalten blieb, möchte ich mit dem Folgenden nochmals meinen eigenen Vorschlag zur Aufrechterhaltung der Stabilität („Vogelflug und Flugtechnik") vom Standpunkt dieser neuen Forschungen, die mir damals natürlich unbekannt waren und die schon als Prüfstein dienen können, beleuchten.

Ich bin in der angenehmen Lage, meinen Vorschlag durch Herrn Herring's Entdeckungen gestützt zu sehen.

Bei ihm ist durch das Wechselspiel der getrennten Propeller und Steuer eine Regulierung der Stabilität möglich, die ebenso effectvoll wie die Lilienthal'sche Schwerpunktverlegung sein dürfte und sich vielleicht geschwinder bewerkstelligen lässt; worauf es aber ankommt, ist: dass man nicht die blitzschnell wechselnde Windwirkung direct zu bekämpfen braucht, wie es Lilienthal thun musste, sondern die langsamen Pendelschwingungen, in die diese Einwirkungen durch die Hebelwirkung des langen Mastes sich erst übersetzen müssen.

Letzteres lässt sich natürlich so erfolgreich bewerkstelligen, dass der Wellenflug wahrscheinlich möglichst reducirt werden kann. —

Zum Schluss bemerke ich noch, dass Professor Langley seine Erfolge nur einer Riesenarbeit, in welcher nach seiner eigenen Erklärung ein grosser Theil seines Lebens steckt, und einer unerhörten Geduld verdankt und dass an denselben jetzt garnicht mehr zu rütteln ist, denn er hat in früheren Stadien seiner Arbeit genugsam kennen gelernt, was „kippen" bei einem Drachenflieger heisst (glücklicherweise auch was die Ursachen davon sein könnten). Sein Stabilitätsprincip ist die Wirkung hintereinanderliegender Segelflächen, die sogenannte Interferenz.

Carl Dienstbach.

Ueber die Möglichkeit der reinen Aviatik. Mein, im Märzhefte d. J. veröffentlichter Aufsatz „Zu den aviatischen Bestrebungen" hat mir einige abfällig lautende anonyme Zuschriften eingetragen und in einem Vortrage, in welchem die Herstellung aviatischer Apparate als der einzige Hoffnungsanker der Flugtechnik neuerdings bezeichnet wurde

(natürlich ohne Beibringung eines Beweises für diese Behauptung), hat man meine Schriften, welche von jeher die Tendenz verfolgen, rein aviatische Apparate als unmöglich und unausführbar hinzustellen, sogar als unpatriotisch bezeichnet!

Mich haben diese Vorwürfe zwar sehr kalt gelassen, da ich die Warnungen gegen unausführbare Projecte, wie sie die Herren Aviatiker bisher zu Tage brachten, sogar für sehr patriotisch halte, da sie die Verschwendung von Zeit und Geld für Verwirklichung technischer Unmöglichkeiten hintanhalten wollen und man es auf die Dauer schwer mit ansehen kann, wie der Kredit der Flugtechnik, durch beharrliche Verfolgung von Absurditäten, von Tag zu Tag neue Schädigung erfährt und deren Freundeskreis sich stetig verringert.

Indess ist die Zahl derjenigen, welche rein aviatische Apparate erfinden wollen, noch immer sehr gross und Viele haben wirklich eine innere Ueberzeugung von der Ausführbarkeit solcher Wunderwerke und da ist es denn doch angezeigt, die Scheingründe, welche von den Aviatikern zur Bekräftigung ihrer Idiosynkrasie vorgebracht werden, zu erörtern.

So schreibt ein Anonymus, die reine Aviatik müsse aus dem Grunde möglich sein, weil die Maschinen, welche die Menschen erfanden, viel kräftiger also leistungsfähiger sind, als die Maschine mit welcher die Vögel arbeiten; wenn es demnach auch richtig ist, dass der aviatische Apparat bei gleichem Volumen wie der Vogel doppelt so schwer wie der Vogel ist, so wird dieses Missverhälnis durch die grössere Kraft der Maschine ganz ausgeglichen.

Die Theorie ist ganz richtig; thatsächlich leisten unsere Maschinen mehr als jene des Vogels, aber die Behauptung, dass unsere Maschinen die genügende Leistung zu verrichten vermögen, ist durch die Praxis vollständig dementirt. Das Aufsteigen irgend eines aviatischen Apparates ist bisher nur dann möglich gemacht worden, wenn man accumulirte Kräfte in Anwendung brachte, aber mit continuirlich arbeitenden Maschinen, hat man bisher auch nicht das Gewicht einer Maus in die Luft gehoben.

Die Hebung gelang nur dann, wenn man in irgend einer Art den zu hebenden Flugkörper künstlich entlastete, oder aber, wenn man die Kraftquelle für den Flugkörper von demselben trennte, so dass nur der Flugkörper und nicht auch der Krafterzeuger in die Luft gehoben wurde.

Herr Professer Wellner hebt mit seinem ganz vorzüglich construirten Propellerapparat 18 kg mit einer Pferdekraft, würde er aber die Maschinen mit ihrem Krafterzeuger an den Propeller anhängen, so würde diese Masse nicht aufsteigen, denn dieselbe wäge mindestens 45 kg und da die Maschine nur 18 kg hebt, so bleiben eben 27 kg ungehoben; eine Hebung würde nur dann stattfinden, wenn Herr Wellner eine künstliche Entlastung von 28 kg vornähme.

Der Versuch ergiebt also, dass, wenn man eine Last von 45 kg Gewicht durch eine Maschine heben will, dieses nur dann gelingen kann, wenn man das Fluggewicht um 28 kg künstlich entlastet. Gegen dieses Rechnungsergebniss mit blossen Argumenten ankämpfen zu wollen, ist wohl ganz und gar unzulässig.

Die Aviatiker stützen sich aber immer nur auf solche Argumente, die dem wirklichen Rechnungsergebnisse nicht entsprechen und daher die praktische Durchführung ihrer Projecte unmöglich machen.

Der nämliche Anonymus bemerkt weiter, dass die Versuche derjenigen, welche zur freudigen Ueberraschung des zusehenden Publikums, künstliche Vögel, Schraubenpropeller und Drachenflieger in der That wirklich zum Fluge bringen und somit den augenscheinlichen Beweis für die Möglichkeit der reinen Aviatik erbringen, ganz gewiss mehr leisten als diejenigen, welche zwar fortwährend gegen die Aviatik predigen, aber es unterlassen, ihre Abhülfsmittel, theilweise Entlastung und Accumulatoren, ebenfalls praktisch vorzuführen; sie seien somit selbst daran Schuld, wenn man diese Vorschläge unbeachtet lässt.

Nun das ist auch ganz richtig; es würde allerdings dieser schriftlich geführte Streit sofort zur Entscheidung gebracht sein, wenn endlich Apparate, die auf Grund des Principes der theilweisen Entlastung ausgeführt wurden, versucht worden wären und man aus den Experimenten ersehen würde, dass letztere Objecte wirklich andauernd und schnell fliegen, während erstere ihre Triebkraft schon nach 10 Secunden vollständig verbraucht haben.

Dass das noch nicht geschehen ist, ist wirklich zu bedauern; aber so lange die Mittel welche solche kostspieligen Versuche immerhin erheischen würden, nicht vorhanden sind, ist es den Befürwortern des Principes der theilweisen Entlastung eben unmöglich gemacht, den praktischen Beweis für die Richtigkeit des Principes zu erbringen und sie sind nolens volens gezwungen, durch Vorführung ihrer Gründe und Beweise an die technische Einsicht zu appelliren und zu versuchen eine allgemeine Ueberzeugung für dieses Princip anzubahnen, denn dann ist wohl kaum daran zu zweifeln, dass endlich sich auch die Mittel finden, diese entscheidenden Versuche anzustellen und der Wahrheit zum Siege zu verhelfen.

Die Verfechter des Principes der theilweisen Entlastung, welche nach ihrer Meinung nur in der Verfolgung dieses Principes die Möglichkeit der endlichen Lösung des Flugproblems erblicken, sind daher nothgedrungen veranlasst, durch technische Gründe die Unhaltbarkeit der derzeitigen aviatischer Anschauungen beharrlich zu beweisen.

Ein sehr scharfer, ja unwiderleglicher Beweis, dass rein aviatische Apparate unmöglich sind, ist eben aus den Ergebnissen der Experimente der Aviatiker selbst leicht zu erhalten.

Während bewährte Experimentatoren, wie Herr v. R. Loessl, Professor Wellner, Professor Langley etc. nie früher eine Behauptung aufstellen, bevor sie nicht durch den Versuch die Grösse der erforderlichen Kraft für eine bestimmte Leistung bis auf ein Differentiale genau ermittelten und somit nach beendetem Versuche genau wissen, ob es möglich sein wird, die erforderliche Kraft auch ganz oder nur theilweise zu erzeugen und weit sie ihre Hoffnungen ausdehnen dürfen, endlich einen continuirlich fliegenden Apparat herstellen zu können und so zur feststehenden Einsicht gelangen, dass dermalen die Mittel hierzu noch nicht vorhanden sind und vielleicht erst nach langer Zeit oder auch gar nicht beschafft werden können, also stets vor zu grossem Sanguinismus warnen, sind die Aviatiker viel weniger gewissenhaft und ängstlich. Sie wissen nie genau, welche Kraftgrösse sie mit ihren gedrehten Kautschuckschnüren und gespannten Federn ausüben, denn sie messen dieselbe niemals, sondern geben nur Schätzungen an, und behaupten dann, ohne technich gesicherte Annahme dafür zu besitzen, dass, wenn sie eine Maschine, die pr. Pferdekraft 25 kg wiegt, hätten, sie ihre Apparate ganz sicher zum Fluge bringen würden. Und wenn man die Herren versichert, dass die praktischen Mechaniker auf's bestimmteste versichern, sie könnten solche Maschinen nicht herstellen und ihnen dann noch vorrechnet, dass, wenn sie auch solche Maschinen besitzen würden, mit denselben doch nicht geflogen werden könnte, so zucken sie nur mitleidig mit den Achseln, denn es steht bei ihnen fest, dass, wenn das genügende Geld zur Verfügung stände, sie fähig wären, solche Wunderwerke zu schaffen, da sie den Plan dafür bereits im Kopfe festgestellt haben und das Gelingen der Herstellung ausser aller Frage stehe.

Den blendenden Schein ihrer Flugexperimente darf aber der Techniker so lange nicht als baare Münze hinnehmen, als die Maschine, die sammt Hebevorrichtung so gering wiegt, dass sie einen Hebeüberschuss liefert, wirklich fertig gestellt und erprobt ist und so lange nicht durch Rechnung nachzuweisen ist, dass durch die Verwendung solcher Maschinen Flugeffecte zu erzielen sind. Aber solche Beweise beizubringen ist den Aviatikern bisher nicht möglich gewesen und daher müssen sie es schon hinnehmen dass man ihren Behauptungen gar keinen Glauben beimessen kann u. z. um so weniger ist dies der Fall, weil die einwandfreie Rechnung gerade das Gegenteil ihrer Behauptungen klar nachweist.

Für den construirenden Techniker, welcher die Flugbedingung, dass die hebenden Kräfte die zu überwältigende Last überwiegen müssen, erfüllen will, erübrigt also kein anderen Ausweg, als, da sich die Maschinenkraft allein für den beabsichtigten Zweck als nicht ausreichend praktisch und rechnungsmässig ergeben hat, zur Heranziehung von Hülfskräften überzugehen und da andere Hülfskräfte als Gasdruck und Accumulatoren nicht vorhanden sind, so ist er gezwungen, es zu versuchen diese Kräfte in seine Combinationen einzubeziehen und es wird sich dann auch gewiss zeigen, dass die bisherigen oft sehr sinnreichen Constructionen der Aviatiker, nur durch diese Hülfskräfte zu ergänzen und zu vervollständigen sind um sodann als brauchbare Flugapparate aufzutauchen, während sie ohne Benutzung dieser Hülfskräfte ewig unbrauchbare bleiben werden.

Der ganze Verlauf der bisherigen flugtechnischen Arbeiten deutet darauf hin, dass alle Misserfolge nur auf den consequent begangenen Fehler zurückzuführen sind, dass man die Körper, welche man zum Fluge bringen wollte, nicht vorher flugfähig machte, d. h. dass das Gewicht des Apparates der Kraft angemessen gestaltet wurde, was eben nur mit der Hülfskraft eines Entlastungsballons zu erzielen sein dürfte.

Der zum Fluge zu bringende Flugkörper darf unter gar keinen Umständen specifisch schwerer als der Vögelkörper gemacht werden, sonst sind die zu seiner Hebung verwendeten Maschinenkräfte für diese Arbeit erfahrungsgemäss nicht ausreichend.

Nur diese Ergänznng mangelt den besseren aviatischen Projecten und es ist sicher, dass sie sodann ihren Zwecken entsprechen werden.

Ich möchte wünschen, dass diejenigen, welche sich so ausdauernd der Aviatik widmen, in Zukunft, statt nur unerwiesene Behauptungen aufzustellen und darauf Projecte zu basiren die sich doch als unausführbar erweisen, endlich daran gehen, was sie von allem Anfang an hätten thun müssen, die Grösse der Triebkräfte, welche sie aufbrauchen, um ihre Modelle zum Fluge zu bringen, wirklich zu messen und nicht blos wie bisher ungefähr zu schätzen. Die so gefundene richtige Ziffer wird sie in die Lage bringen, das Gewicht, welches die Maschine hätte, welche die nothwendige Kraft auch erzeugen kann, festzustellen und dann wird es sich ja in ganz unzweifelhafter Weise herausstellen, ob dieses Gewicht so gering ist, dass die erzeugte Kraft es wirklich zu heben vermag, oder ob diese Kraft unausbleiblich durch Heranziehung anderer Hülfskräfte noch ergänzt werden muss. Das ist, wie ich glaube, der einzig richtige technische Vorgang, welcher zur praktisch brauchbaren Lösung des Flugproblems führen wird.

Wien, den 6. Mai 1897. A. Platte.

Zur Abwehr. Das Mai/Juni Heft d. J. enthält einen Angriffsartikel des Herrn Raphael Ernst May gegen mich, womit ich beschuldigt werde, dessen geistiges Eigenthum in meinem in Heft 3. dieses Jahres erschienenen Aufsatze für mein eigenes ausgegeben zu haben, und da diese Anschuldigung völlig grundlos ist, so enthält dieselbe eine öffentliche Beleidigung gegen mich, die ich nicht stillschweigend hinzunehmen gewillt bin.

Ich habe in meinem qu. Artikel als meine neue Idee, die Beseitigung bezw. Verminderung des Widerstandes des Ballons durch Absaugen der Luft von der Stirnfläche und Ausschleudern derselben an der Rückenfläche bezeichnet, während Herr May mit der ihm Nr. 82482 patentirten Erfindung eine Verbesserung des Schraubenpropeller-Effectes bezweckt, durch Combinationen einer Luftsaugfläche vor einem in einem Rohr arbeitenden Propeller, welchem dadurch die Luft in verdichtetem Zustand zugeführt werden soll. Herrscht also einerseits schon völlige Zweckverschiedenheit zwischen beiden Erfindungsideen, so liegt andererseits sogar eine Gegensätzlichkeit der Principien und der dieselben verwirklichenden Mittel vor. Herr May will die Luft vor dem Propeller verdichten, während ich dieselbe vor dem Ballon verdünnen will, durch Absaugen; Herr May will, nach seinen

eigenen Worten, einen grösseren Widerstand schaffen, ich denselben thunlichst beseitigen; Herr May erstrebt eine Verbesserung des Propellers, ich diejenige des Ballons durch Reduction des Translationswiderstandes. Ueber das Verhältniss des Propellers und seiner Wirkung gegenüber dem Ballon, bezw. dessen Stirn- und Rückenfläche, besagt Herrn May's Erfindungsidee absolut garnichts und berührt diesen Punkt auch nicht im entferntesten.

Wenn ich in meinem Aufsatze nebenbei ausführte, dass bei Ausführung des von mir bezeichneten Princips des vorn Absaugens und hinten Ausschleuderns nothwendiger Weise der Propeller innerhalb eines Mantels resp. Rohres zu liegen käme, was auch noch von Vortheil für dessen Effect sein könnte, so habe ich damit Letzteres doch nicht als meine neue Erfindungsidee, wie mir von Herrn May unterschoben wird, hingestellt und muss gegen diese Insinuation nicht minder Verwahrung einlegen, als gegen die Anmassung des Herrn May, seine Erfindung und Patent auf in einem Rohre arbeitende Schraubenpropeller zu beziehen, denn solche sind bekanntlich schon viel früher in Vorschlag gebracht worden. Erfindung und Patent des Herrn May ist nur die Combination eines in einem Rohr arbeitenden Schraubenpropellers mit vorn angeordneter Luftsaug- und Tragfläche. Dass diese Erfindung übrigens eine Utopie ist, liegt für den physikalisch-technisch gebildeten Fachmann auf der Hand; denn die Verdichtung des Mediums, worauf Herrn May's Idee basirte, ist bekanntlich eine so minimale, dass auch der Effect davon nur ein verschwindender sein kann, wogegen Herr May sich eine gewaltige Verdichtung der Luft vorzustellen scheint. Der Versicherung des Herrn May, dass er seine In- und Auslandspatente nur um die Vaterschaft seiner Idee sich zu sichern genommen habe, wird man wohl Zweifel entgegen bringen müssen, da Herr May sich die Autorschaft seiner Idee ebenso gut und billiger durch Niederlegung derselben in einer wissenschaftlichen Zeitung hätte sichern können. Wer Patente nimmt, was doch eine kostspielige Sache ist, lässt stets erkennen, dass ihm an dem materiellen Vortheil, der Verwerthung seiner Erfindung gelegen ist.

Dass ich, wie wohl auch Herr Lilienthal, Herrn May, als er vor einigen Jahren seine Erfindung mir vorwies, in welcher er natürlich die Lösung des Flugproblems gefunden zu haben wähnte, einige tröstliche Worte, dass seine Erfindung etwas Neues enthielte, mit auf den Weg gab, wird man begreiflich finden. Herr May ist nicht der erste „Erfinder der Flugmaschine," welcher bei mir ansprach, um meine Ansicht zu hören; und wie alle diese Erfinder, so hat mir auch Herr May seine Sache mit solcher Ueberzeugung vorgetragen, dass jegliche gegentheilige Belehrung fruchtlos geblieben wäre. Ich habe Herrn May jedoch meine Bedenken gegen seine Construction nicht vorenthalten und ihm bedeutet, dass seine Erfindung **keine** Lösung des Flugproblems enthalte.

Ich muss es den Lesern der Zeitschrift überlassen, wie sie das Vorgehen des Herrn May beurtheilen wollen.

Hamburg, den 25. August 1897. Eugen Kreiss.

Erwiderung.

Im Heft Mai—Juni d. Bl. Seite 176 wünscht Herr Dr. E. Jacob in Kreuznach „sachliche Einwendungen" gegen seine im März-Heft ausgesprochenen Behauptungen von mir zu hören; diesem Wunsche wird durch meine Abhandlung: „Fischschwanz und Flügelschütteln" in diesem Hefte insofern entsprochen, als der Fehlschluss des Herrn Dr. Jacob, Seite 76 unten, mittels dessen das Princip vom Quadrat der Geschwindigkeit angefochten werden soll, klargestellt wird. Der betreffende Satz des genannten Autors lautet wörtlich:

„Denn ausser allen diesen Gründen kann ich noch einen weiteren ebensodurchschlagenden anführen, welcher sich auf die Beobachtung von Marey stützt, dass der Aufschlag nur halb so lange währt wie der Niederschlag v ist also beim Heben doppelt so gross als beim Niederschlag und daraus unausweichlch Fv^2 vier mal so gross — soweit es von v abhängt."

und dann auf Seite 77, Absatz 8:

„Diese Beobachtung von Marey genügt allein, die Anwendung des Gesetzes Fv^2 als Erklärung für den Flügelschlagwiderstand zu Falle zu bringen. Sie ist geradezu ein Schlag ins Gesicht für den bisher üblichen Flügelwiderstandsbegriff".

Hieraus erhellt, dass es Herrn Dr. Jacob unbekannt ist, was der Begriff „Geschwindigkeit" in der Physik oder Mechanik bedeutet: Wenn die „Geschwindigkeit" variabel ist, wie es beim Flügelschlage eines Vogels der Fall ist, so muss die dabei verfliessende Zeit in so kleine Abschnitte (Elemente) zerlegt gedacht werden, dass der in jedem derselben zurückgelegte Weg ohne zu grossen Fehler als constant angesehen werden kann, so zwar, dass, wenn man einen dieser kleinen Zeitabschnitte nochmals wieder in mehrere Abschnitte zerlegen würde, die in diesen Abschnitten zurückgelegten Wege einander annähernd gleich sein würden. Die Wegeslänge innerhalb des Zeitelementes dividirt durch die Grösse dieses Zeitelementes selbst, welche letztere ein kleiner Sekundenbruchtheil ist, heisst „Geschwindigkeit".

Der Widerstand, welchen der bewegte Körper in jedem Zeitpunkte durch die Flüssigkeit erleidet, richtet sich nach dem Quadrate der Geschwindigkeit, die Summe der Widerstände daher nach der Summe der Geschwindigkeitsquadrate.

Durch meine Abhandlung: „Zur physikalischen Grundlage des Fluges" Heft August/Septemb. 1895 d. Bl. S. 210 und durch die vorerwähnte Abhandlung in diesem Hefte wird klar gestellt, warum daraus, dass die Gesammtdauer des Flügelniederschlages grösser ist, als die des Flügelaufschlages, nicht im Geringsten geschlossen werden darf, dass auch die Summe der Geschwindigkeits-Quadrate dabei kleiner ist, dass vielmehr die letztere trotz der längeren Zeitdauer relativ beliebig gross sein kann.

Wenn ich nun auf die übrigen Behauptungen des Herrn Dr. E. Jacob in derselben Weise sachlich eingehen wollte, so wäre das gleichbedeutend mit dem Schreiben einer elementaren Mechanik oder rechnenden Physik, allein für Herrn Dr. Jacob; dementgegen muss demselben gerathen werden, die ihm fehlenden Kenntnisse anderweitig sich zu verschaffen.

Fernere Erwiderungen in dieser Angelegenheit werden meinerseits nicht erfolgen.

Arnold Samuelson.



Studien über das Ballon-Material mit besonderer Hinsicht auf das elektrische Verhalten desselben.

Von **H. Bartsch v. Siegsfeld**, Premier-Lieutenant.

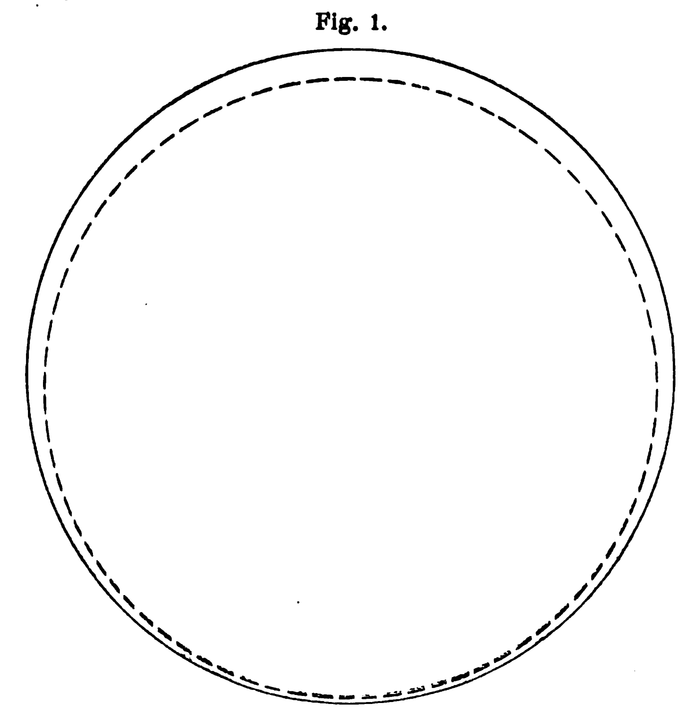
Beanspruchungen des Ballon-Materials bei gefülltem Ballon.

Es sind bereits Untersuchungen angestellt worden über die Form, welche ein Ballon haben müsste, wenn derselbe nur von Kräften beeinflusst würde, die von dem inneren aerostatischen Gasdruck herrühren.[1])

Die Arbeit ist an sich interessant, praktisch aber bedeutungslos, da hierbei Verhältnisse als massgebend in's Auge gefasst wurden, welche in Wirklichkeit eine ganz untergeordnete Rolle spielen; denn nicht die Beanspruchungen durch den Gasdruck spielen die Hauptrolle, sondern die durch den Winddruck hervorgerufenen Kräfte. Bei Ballons von 30—40 m Durchmesser würden allerdings die inneren Kräfte anfangen in erster Reihe in Frage zu kommen. Mit solchen haben wir es bis jetzt noch nirgends zu thun gehabt.

Die Beanspruchungsweise des Materials durch den inneren Gasdruck ist sehr leicht graphisch darzustellen. Es ist hierbei zunächst zu berücksich-

Fig. 1.



[1]) Revue de L'Aéronautique 1893 1. 2. Étude sur la forme des Aérostats von Edmond Henry.

tigen, dass der Gasdruck gegen die Wand des Ballons mit der Höhe über dem unteren Niveau des Gases zunimmt und zwar bei Wassertofffüllung um etwa 1 kg pro qm, bei Leuchtgasfüllung dagegen um ca. 0,6 kg pro qm.

Bei einem Ballon von 10 m Durchmesser haben wir also am oberen Pol etwa 11 kg pro qm Gasdruck.

Es braucht wohl nicht besonders bemerkt zu werden, dass der Gasdruck stets senkrecht gegen den Ballonstoff wirkt. Nehmen wir, um ein Beispiel anzuführen, einen kugelförmigen Ballon von 10 m Durchmesser und bezeichnen mit

k den in einem Stoffstreifen von 1 m Breite auftretenden Zug
r den Radius,
p den inneren Ueberdruck, gemessen in mm Wassersäule
(1 mm entspricht 1 kg auf 1 qm $= \frac{1}{10000}$ Atm.),

und berücksichtigen, dass die Beanspruchung des Stoffes in einer Kugel dargestellt wird durch die Beziehung

1) . . . . $$k = \frac{r \cdot p}{2}$$ [1]

so haben wir als maximale Beanspruchung des Stoffes auf diese Weise $22\frac{1}{2}$ kg in einem Stoffstreifen von 1 m Breite.

Die Beanspruchungen durch Winddruck werden nun erheblich höher, und rechnet man hierzu noch die in Folge der Unregelmässigkeit der Bewegung des Ballons auftretenden Beschleunigungsdrucke der Gasmassen, so erhalten wir als Drucke pro qm Fläche reichlich den doppelten Betrag des mittleren Winddruckes, wie dies leicht an einem im Kabel eingeschalteten Dynamometer zu erkennen ist. Der Ort der höchsten Beanspruchung ist aus der Stellung des Ballons, der Vertheilung des inneren Gasdruckes und der Vertheilung des Winddruckes zu ermitteln.

In der nebenstehenden Skizze stellt die gestrichelte Linie die Vertheilung des Gasdruckes, die punktirte die des Winddruckes, die gestrichelte und punktirte die des Gesammtdruckes dar.

Aus der Art und Weise der Wirkung der Kräfte ist ohne Weiteres zu ersehen, dass der Ort der maximalen Beanspruchung fortwährend wechselt. Demnach ist es geboten, diejenigen Theile des Ballons welche die hohen Drucke auszuhalten haben, und diejenigen Organe, welche die Kräfte aufnehmen und dem Kabel zuführen, entsprechend zu dimensioniren.

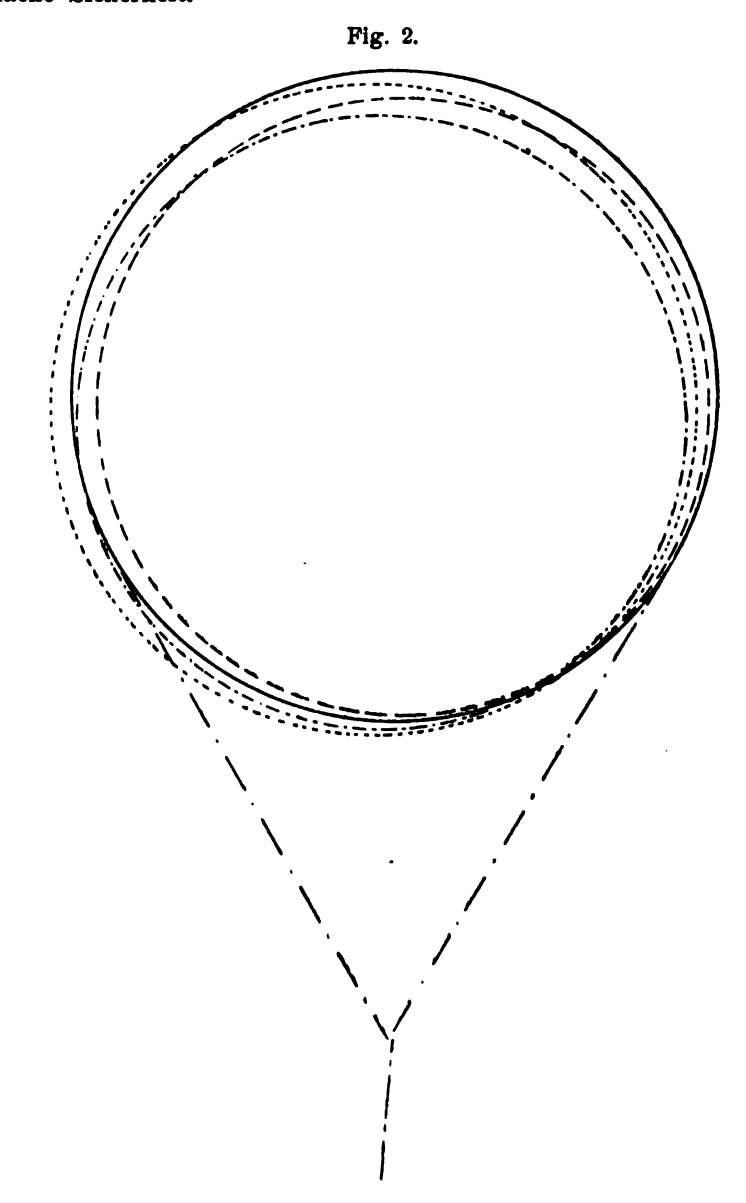
Ein Material, welches nur 500 kg pro 1 m Breite aushält, wird bereits als nicht besonders fest betrachtet. Bei einer Windgeschwindigkeit von 15 m in der Secunde wird die maximale Beanspruchung des Stoffes

---

[1]) Taschenbuch des Vereins „Hütte" vierter Abschnitt VIII; hier ist für $s.k_3$ k gesetzt worden.

75 kg pro m Breite kaum überschreiten. Man hat demnach noch fast siebenfache Sicherheit.

Fig. 2.



Hierbei ist das Netz und seine Wirkung überhaupt noch nicht in Betracht gezogen worden. Es ist auch zweckmässig, dies garnicht zu thun, denn in den seltensten Fällen liegt das Netz so korrekt, dass nicht an der einen oder anderen Stelle ein erheblicher Theil der Kräfte von dem Ballonstoff selbst, namentlich in der Richtung der Breitenkreise der Kugel aufgenommen werden müsste. Auch die Befestigung des Netzes am Ventil

ruft unter Umständen Kraftwirkungen hervor, welche im Stoff auftreten, die sich aber der Grösse und Richtung nach der Berechnung vollständig entziehen. Jedenfalls ist die Sicherheit, welche man bei Fesselballons durch das Netz hat, nach meinen Wahrnehmungen keinesfalls so gross als man im Allgemeinen annimmt. Positive Festellungen der hier ausgesprochenen Ansichten begegnen den grössten Schwierigkeiten. Trotzdem wäre es in vielen Fällen von grossem, praktischem Werthe zu wissen, ob eine grössere Elasticität des Stoffes, selbst auf Kosten der Festigkeit desselben anzustreben ist oder nicht.

Bei einer correcten Function des Netzes ist ein elastischer Stoff unzweifelhaft vortheilhaft, indessen darf man in diesem Bestreben aus folgendem Grunde nicht zu weit gehen.

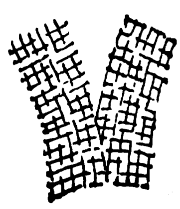
Es wird bei einer starken Dehnung des Stoffes das Dichtungsmittel in seinem Zusammenhange in unvortheilhafter Weise beeinflusst, und dies beeinträchtigt natürlich die Gasdichtheit des Stoffes ganz wesentlich.

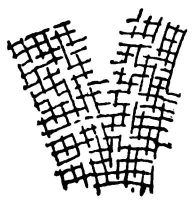
Weiterhin ist es von Bedeutung, den Stoff in solcher Weise herzustellen oder die einzelnen Theile derart mit einander zu verbinden, dass für den Fall einer Verletzung des Stoffes ein allzustarkes Weiterreissen wirksam verhindert wird. Der ersteren Forderung entspricht in ausgezeichneter Weise der Diagonalstoff (die Fäden zweier Stofflagen welche mit Caoutchouc-Zwischenlage zusammengewalzt sind, im Winkel von 45° gekreuzt).

Durch Herstellung der Ballonhülle aus einzelnen Feldern kann man in der anderen angegebenen Weise wirken. Uebrigens muss bemerkt werden, dass bei mässig elastischem Material messerstichgrosse Verletzungen erst bei relativ sehr hoher Beanspruchung weiterreissen. Die Herstellung der Nähte erfordert eine gewisse Sorgfalt, insofern als es möglichst vermieden werden muss, dass dieselben hernach Einschnürungen bilden. In diesem Falle werden mitunter bedeutende Kräfte von denselben transportirt, und es kann dann leicht kommen, dass die Naht, anstatt eine Sicherheit zu bieten, eine gefährliche Stelle der Ballonhülle wird.

Von wesentlichem Einfluss auf die Brauchbarkeit des Ballonmaterials ist die Veränderung der elastischen Eigenschaften des Grundstoffes durch das Dichtungsmittel; namentlich wird das Weiterreissen des Stoffes bei einer vorhandenen Verletzung durch bestimmte Eigenschaften des Dichtungsmittels bedeutend erleichtert, was natürlich sehr ungünstig ist.


Fig. 3.





Je mehr Fäden bei einem vorhandenen Riss und einer Beanspruchung senkrecht der Längsausdehnung desselben gleichzeitig in Zug kommen, desto schwerer wird das Weiterreissen desselben und umgekehrt im entgegenge-

setzten Falle. Ein glatter Faden und leichtes Schlagen des Stoffes beim Weben wirkt in der bezeichneten Weise sehr günstig.

Aus diesem Grunde sind gewisse Seidenstoffe so sehr vortheilhaft.

Man sieht hieraus auch ohne Weiteres den Einfluss des Dichtungsmittels; werden durch dasselbe die einzelnen Fäden derart zusammengeklebt, dass Schuss und Kette beim Reissen sich nicht übereinander verschieben können, so reisst der Stoff wie perforirtes Papier weiter (spröder Firniss, alter Caoutchouc).

Die jetzt zur Anwendung gelangenden Dichtungsmittel sind Firniss oder Caoutchouc. Jeder dieser beiden Stoffe hat seine besonderen Vor- und Nachtheile.

Firniss. Vortheile:

bequeme, einfache und billige Herstellung der Hülle aus rohem Stoff, vorzügliche Gasdichtheit, vollständiges Ausschliessen der Diffusionserscheinungen, Billigkeit.

maschinelle Einrichtung zum Imprägniren des Stoffes nicht erforderlich,

Möglichkeit, fertige Ballonhüllen ohne Imprägnirung viele Jahre zu lagern,

Möglichkeit, alte gefirnisste Ballonhüllen durch geeignete Lösungsmittel von ihrem Ueberzuge zu befreien (namentlich bei Seide vorzüglich anwendbar),

grosse Unempfindlichkeit gegen Witterungseinflüsse; gefirnisste Ballonhüllen werden in der Sonne besser, (Dauerbetrieb von Fesselballons),

geringe Intensität der elektrischen Eigenschaften.

Nachtheile:

Kleben der Hülle,

Warmwerden derselben durch chemische Vorgänge beim Verharzen des Firnisses, mitunter Hartwerden in der Kälte, grosse Vorsicht beim Verpacken und Lagern (Lagern der einzelnen Schichten des Ballons auf besondere Rahmen, Stoff-Zwischenlagen gegen das Kleben erforderlich),

leichtes Weiterreissen des Stoffes bei hartem Firniss,

grosses Gewicht der Hüllen, wenn der Firniss nicht eingewalzt ist,

verschiedentliche Uebelstände bei Verwendung von doppeltem Stoff,

unvermeidliches Beschweren der inneren Lage mit durchdringendem Firniss, welcher zur Dichtung gar nicht beiträgt.

Gummirter Stoff. Vortheile:

Leichte Handtirbarkeit des Materials, bequeme Aufbewahrung und Beaufsichtigung,

korrekte Herstellung der Hüllen aus mehrlagigem Stoff,

geringes Gewicht,

Herstellbarkeit von Diagonalstoffen.

Nachtheile:

Hoher Preis,
geringe Widerstandsfähigkeit gegen Witterungseinflüsse, namentlich Licht, ganz besonders bei unvulkanisirtem Caoutchouc,
Unverwerthbarkeit älterer Hüllen,
Verderben beim Lagern,
leichtes Reissen bei sprödem Caoutchouc, grosse Intensität der elektrischen Eigenschaften (bei Seide Funken bis zu 5 cm Länge im Innern des Ballons wenn die Stoffe sich reiben).

Methoden zur Prüfung des Ballon-Materials.

I.

Die Prüfung auf Festigkeit von Schuss oder Kette lässt sich entweder in der Zerreissmaschine ausführen oder dadurch, dass man den Stoffstreifen um runde Hölzer wickelt und dieselben in geeigneter Weise belastet. Wesentlich ist, dass beim Einspannen des Stoffes keine scharfe Klemmung desselben hervorgerufen wird.

Um die Elasticität des Stoffes zu bestimmen, ist es nur erforderlich, die Längenänderung desselben mit der specifischen Inanspruchnahme in Vergleich zu bringen. Die Verhältnisse sind so einfach, dass sie hier wohl nicht weiter ausgeführt werden brauchen.

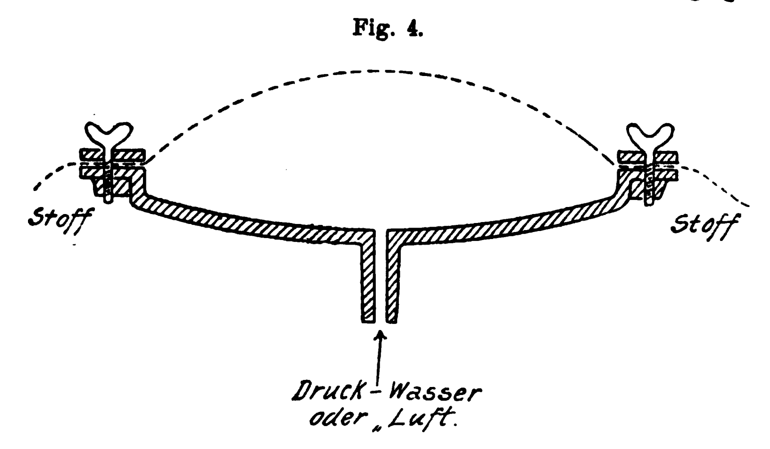
II.

Die Prüfung in der Trommel bedarf jedesmal der Reduction der Beobachtungen.

Formel 1) (pag. 230) lässt erkennen, dass bei gleichem inneren Ueberdruck die Beanspruchung des Stoffes ganz verschieden ausfallen kann, je nach dem Krümmungsradius der beanspruchten Stoffkugel.

Der Stoff in der Trommel nimmt nun sehr nahezu Kugelgestalt an

Fig. 4.



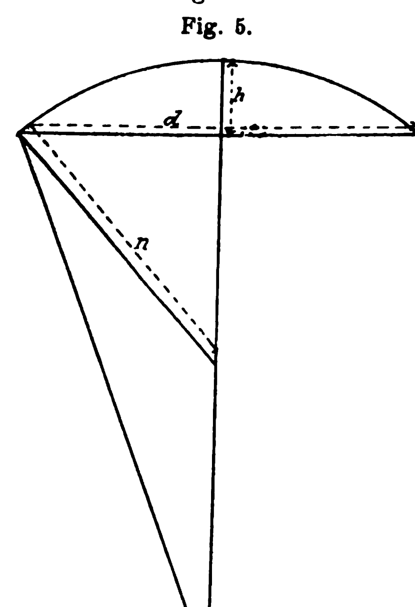
und zwar wölbt sich der Stoff bei der Druckprobe um so stärker, je

elastischer das Material ist, um so schwächer im entgegengesetzten Falle.

Es kann also leicht vorkommen, dass ein Material, welches eine geringere Festigkeit hat, als ein anderes, mit welchem es verglichen werden soll, wenn es elastischer ist als dieses, erst bei einem viel höheren Ueberdruck zum Zerspringen gebracht werden kann. Da es bei Ballons aber nicht sowohl auf die Combination dieser beiden Eigenschaften, welche ja an sich zweifellos vortheilhaft ist, ankommt, als auf eine grosse Festigkeit, so ist bei der Prüfung des Stoffes die Festigkeit nach der Formel 1) zu berechnen, nachdem aus dem Durchmesser der Trommel und der Pfeilhöhe der Wölbung der Krümmungsradius der gebildeten Kugelcalotte bestimmt worden ist.

Bezeichnen
h die Pfeilhöhe der Wölbung
d den Durchmesser der Trommel,
r den gesuchten Krümmungsradius, so hat man

Fig. 5.



$$h : \frac{d}{2} = \frac{d}{2} : 2\,r - h$$

$$2\,rh - h^2 = \frac{d^2}{4}$$

$$r = \frac{d^2}{8h} + \frac{h}{2}$$

Es empfiehlt sich für einen bestimmten oft benutzten Apparat eine einfache Tabelle zu berechnen oder eine Curve zu verzeichnen, welche für die verschiedenen Werthe von h unmittelbar r abzulesen gestatten.

Weit zuverlässiger freilich als beide angeführten Methoden ist die, einen kleinen Probeballon durch inneren Ueberdruck zu zersprengen.

Auch hierbei ist zu beachten, dass die Materialbeanspruchung bei gleichem inneren Ueberdruck proportional den Lineardimensionen zunimmt, dass also z. B. von zwei aus gleichem Material hergestellten Ballons der eine bei 200 mm inneren Ueberdruck platzt, während der andere 2000 mm noch eben aushält, wenn letzterer 1 m, ersterer dagegen 10 m Durchmesser besitzt.

Wenn es nun auch möglich ist, mittels der Trommel unter dem Einfluss des sich gleichmässig vertheilenden inneren Ueberdruckes Materialbeanspruchungen hervorzurufen, welche denen im Ballon ähnlich werden, so

bietet doch die Beobachtung der bei einem bestimmten Ueberdruck eintretenden Blasenbildung kein sicheres Kriterium für das Verhalten des Stoffes was die Gasdichtheit betrifft.

Es muss zunächst bei den Prüfungen derjenige Moment beobachtet werden, in welchem die specifische Stoffspannung so gross ist, wie beim grossen Ballon im Falle der maximalen Anstrengung. Dieser Punkt tritt selbstverständlich weit eher ein, als der Stoff zerreisst.

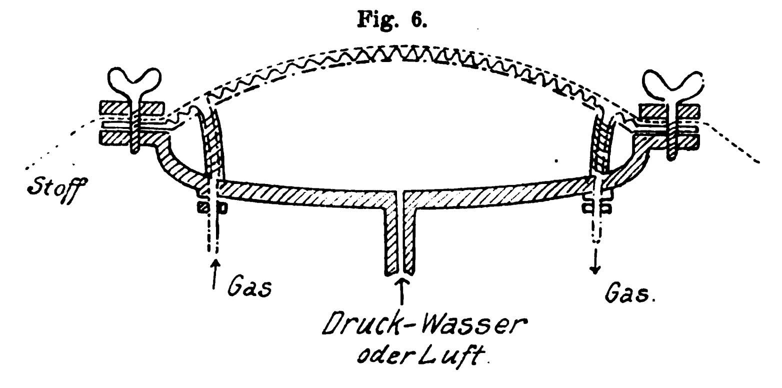
Wenn auch für den Grundstoff die erforderliche Sicherheit verlangt werden muss, so ist dies doch keineswegs erforderlich für die Gasdichtheit des Dichtungsmaterials und namentlich nicht, dass dasselbe noch dicht sein muss unter einem 10 bis 100 mal so grossen inneren Ueberdruck, wie er in Wirklichkeit in den äussersten Fällen im Ballon vorkommt.

Es ist hiernach eine kritiklose Benutzung der Prüfungsergebnisse mit der Trommel geeignet, die Ausbildung des Ballonmaterials unter Umständen in eine falsche Bahn zu lenken.

Es sollte vielmehr das Prüfungsverfahren mit der Trommel derart eingerichtet werden, dass auf den Stoff zwar die entsprechend grossen Kräfte wirken, nicht aber zugleich höhere Gasdrucke entstehen, als sie im Ballon vorkommen. Dies ist offenbar nicht anders möglich als dadurch, dass man die Luft oder das Gas nicht direkt den Druck auf den Ballonstoff ausüben lässt, sondern dass man die erforderlichen Kräfte hervorruft, indem man feste Körper an vielen nahe bei einander gelegenen Stellen jeweilig senkrecht gegen die Ballonwand drücken lässt. Am einfachsten geschieht dies, indem man unter den Stoff eine guillochirte Platte aus weichem Caoutchouc drücken lässt.

Die Caoutchouc-Platte ist miteingespannt und die comprimirte Luft bezw. das Druckwasser wirkt nur auf diese. Der Zwischenraum zwischen

Fig. 6.



der Platte oder besser den Kanälen in derselben und dem zu prüfenden Ballonstoff lässt sich nun leicht mit einem beliebigen Gase von beliebigem Drucke anfüllen. Auf diese Weise lassen sich also sehr annähernd diejenigen Bedingungen herstellen, wie sie im Ballon selbst vorkommen.

Die Messung des durch den Ballonstoff hindurch gegangenen Gasvolumens ist scheinbar einfach, wenn man nämlich die Diffusionserscheinungen ausser Acht lässt. Eine correcte Messung kann aber nur unter Berücksichtigung der durch die Diffusion verursachten Vorgänge stattfinden.

Die einschlägigen Messungsverfahren sollen dementsprechend später eingehend behandelt werden.

Die Messung der Festigkeit des Stoffes aus den Ergebnissen der Prüfung kleinerer Ballons, welche man unter inneren Ueberdruck setzt, bietet den Vortheil, dass man gleicher Zeit das Verhalten der Nähte kennen lernt. Was die Dichtheit des Stoffes betrifft, so kann man bei dieser Methode sehr leicht zu unzutreffenden Resultaten gelangen.

Ein ähnliches Verfahren wie bei der Prüfungsweise mit der Trommel hier anzuwenden unter Benutzung eines elastischen Hilfskörpers erscheint aus vielen Gründen unzweckmässig.

III.

Die Prüfung eines Ballonstoffes auf die Leichtigkeit des Weiterreissens geschieht am einfachsten in folgender Weise.

Man reisst einen Stoffstreifen ein, befestigt das eine Ende mit der Kante, welche zum Riss führt, in beliebiger Weise und bringt ein Dynamometer derart an, dass eine irgendwie hervorgerufene Zugspannung durch dasselbe sich auf die andere Kante, welche nach dem Riss führt, fortpflanzt. Die Angaben des Dynamometers im Augenblick des Weiterreissens liefern die erforderlichen Vergleichswerthe.

Versuche nach dieser Richtung ergeben ganz überraschende Resultate. Ich halte diese Probe für eine der wichtigsten und überzeugendsten bezüglich der Brauchbarkeit und Sicherheit eines Ballonstoffes.

IV.

Messung der Diffusion des Gases durch den Ballonstoff.

Die Bestimmung der Menge des Gases, welche in der Zeiteinheit durch die Einheit der Fläche eines Ballonstoffes diffundirt sowie die der in das Innere des Ballons eindringenden Luft erfordert noch Hülfsoperationen.

Zunächst ist durch geeignete Versuchsanordnungen festzustellen, welcher Betrag den Undichtheiten des Stoffes zuzuschreiben ist. Diese können verursacht werden durch Löcher oder durch capillare Kanäle. Das Hindurchtreten der Gase erfolgt proportional der Quadratwurzel aus der Druckdifferenz sowie aus dem specifischen Gewicht. Das Hindurchströmen durch die capillaren Kanäle dagegen erfolgt proportional der Druckdifferenz und nahezu proportional der vierten Wurzel aus dem specifischen Gewicht.

Da es nun möglich ist, dass beide Ursachen gleichzeitig die Undichtheit des Stoffes hervorrufen, so ist es nicht ohne Weiteres zulässig, den Gasverlust, welcher der Undichtheit zuzuschreiben ist, aus einer Messung

herzuleiten, welche mit Luft angestellt wurde. Es ist vielmehr dafür Sorge zu tragen, dass an beiden Seiten des Stoffes dasselbe Gas sich befindet, dessen Diffusion ermittelt werden soll.

Aus dem Gasverlust, welcher unter diesen Umständen bei verschiedenen inneren Ueberdrucken ermittelt wird, lässt sich leicht bestimmen, welcher Art die Undichtheiten des Materials sind.

Sorgfältige Messungen dieser Art können sehr wichtige Andeutungen ergeben für eine technische Vervollkommnung des Materials.

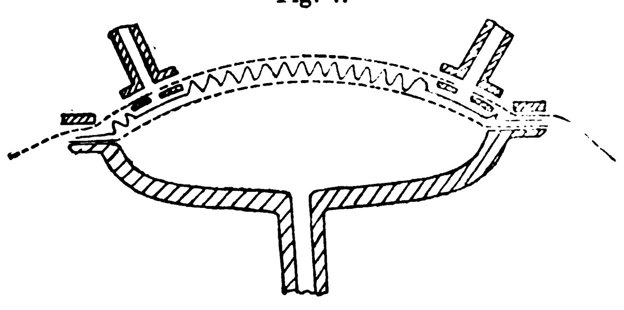
Sind für eine bestimmte Versuchsanordnung die Constanten der Undichtheit des zu untersuchenden Stoffstückes festgestellt, so kann die Ermittlung der Diffusionsconstanten erfolgen.

Es ist zunächst bei der Anwendung dieses Versuches zu beachten, dass an beiden Seiten des Stoffes das Gasgemisch möglichst das gleiche und stets homogen bleibt.

Für die Aussenseite des Stoffes ist dies nicht schwierig, für die Innenseite dagegen sind besondere Anordnungen zu treffen.

Es ist eine dauernde Bewegung des Gases erforderlich, um die Homogenität aufrecht zu erhalten. Dies geschieht wohl am einfachsten dadurch, dass man den Zwischenraum zwischen der Caoutchoucplatte und dem Ballonstoff vermittelst zweier oder mehrerer Leitungen mit einem Behälter in Verbindung setzt, und eine entsprechende Circulation des Gases hervorruft. Wenn nicht sehr starke Beanspruchungen des Stoffes bei den Versuchen nothwendig werden, so ist es am einfachsten, in den zu prüfenden Stoffen 2 Caoutchouc-Schläuche mit entsprechenden Fassungen einzuklemmen,

Fig. 7.



andernfalls müssen die Leitungen die Caoutchoucplatte und den Boden oder die Wand der Trommel durchsetzen, was natürlich constructiv nicht besonders bequem ist. Die Anordnungen sind aus nebenstehenden Skizzen zu ersehen (cf. Seite 236).

Der ganze Charakter dieses Versuches bedingt die Anwendung von verhältnissmässig geringen Gasquantitäten. Es wäre ganz besonders vortheilhaft, ein Verfahren zur Messung des specifischen Gewichtes der zu untersuchenden Gasmischung zur Anwendung zu bringen, welches gestattete,

das bei der Messung selbst verwendete Gas ohne Verlust wieder zur Fortsetzung des Versuches verwenden zu können.

Dies ist mit den bisher üblichen Methoden zur Messung des specifischen Gewichts eines Gases nicht möglich. Man wird daher die Art der Messung derart gestalten müssen, dass man das Gas in einen kleinen Ballon von ca. 10 bis 50 Liter Inhalt einführt, und diesem durch ein Netz aus feinem Drahtgeflecht ein ganz leichtes, leicht zu bestimmendes Volumen giebt.

Der Ballon wird in dem seine Form behaltenden Netz aufgeblasen. Bei einem Ballon von 50 Liter Inhalt erhält man unter Benutzung einer Waage, welche fünf mg abzulesen gestattet, das specifische Gewicht des Gases auf ca. fünf Decimalen genau, was wohl den weitgehendsten Ansprüchen genügen wird.

Man kann auf diese Weise aus den Veränderungen des specifischen Gewichtes des zu beobachtenden Gases die gewünschten Schlüsse auf die diffundirten Quantitäten von Gas und Luft ziehen.

Es muss aber, wie oben bereits bemerkt, der Einfluss der Undichtheit des Stoffes mit in Rechnung gezogen werden. (Fortsetzung folgt.)

Dr. Wölfert.

Von **Karl Müllenhoff.**

Seit einer ganzen Reihe von Jahren sind die Arbeiten des Deutschen Vereins für Luftschiffahrt hauptsächlich der Erforschung der Atmosphäre gewidmet. Zahlreiche Ballonfahrten sind zumal in den letzten sieben Jahren veranstaltet, um die physikalischen Verhältnisse des Luftmeeres zu untersuchen und die von Jahr zu Jahr wachsende Zahl der Mitglieder legt Zeugniss dafür ab, dass unsere Gesellschaft mit diesen ihren Bestrebungen auf dem rechten Wege ist, indem sie die Luftfahrten für die Zwecke der Meteorologie verwerthet.

Nicht immer war die Thätigkeit unseres Vereines auf diese wissenschaftlichen Aufgaben gerichtet. In den ersten Jahren seines Bestehens beschäftigte sich der Verein vorwiegend mit den Problemen der Flugmaschine und des lenkbaren Luftschiffes. Namentlich war es das Project Baumgarten-Wölfert, das den Hauptgegenstand der Verhandlungen in den ersten Vereinssitzungen bildete. Die Versuche, welche Baumgarten und Wölfert im Sommer 1881 mit lenkbaren Ballons veranstalteten, hatten die besondere Anregung zur Gründung des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschiffahrt gegeben. In dem ersten Mitgliederverzeichniss (s. diese Zeitschrift I. pag. 63) finden wir demgemäss auch Dr. Wölfert. Nach der am 31. August 1881 erfolgten Constituirung des Vereins wurde sodann am 15. September 1881 in der ersten ordentlichen Sitzung der erste Vortrag von Dr. Wölfert gehalten; er sprach über die bisher bekannt gewordenen

Versuche mit lenkbaren Luftschiffen und Flugmaschinen (s. diese Zeitschr. I, pag. 30). Dr. Wölfert gehörte auch der am 7. Januar 1882 gewählten ersten technischen Commission an (s. diese Zeitschrift I. pag. 32) und berichtete in seiner Eigenschaft als Commissionsmitglied über das Buttenstedt'sche Luftschiffproject (s. diese Zeitschrift I., pag. 94).

Diese anfangs sehr innigen Beziehungen Dr. Wölfert's zu unserem Vereine lockerten sich allerdings, als die praktischen Versuche mit den Constructionen zu keinen brauchbaren Resultaten führten. Der in der Sitzung am 11. März 1882 gemachte Vorschlag, den Herren Baumgarten und Wölfert eine Beihülfe zur Ausbesserung ihres verunglückten Ballons zu gewähren, wurde abgelehnt; eine Sammlung, welche unter den Vereinsmitgliedern veranstaltet wurde, hatte keinen nennenswerthen Erfolg und Herr Dr. Wölfert trat aus dem Vereine aus.

Seitdem hat er seinen Plan selbständig auszuführen gesucht und ist schliesslich am 12. Juni dieses Jahres zum Märtyrer seines Strebens geworden.

Wenngleich Dr. Wölfert den meisten jetzigen Mitgliedern des Vereins nur von Hörensagen bekannt war, so fordert doch die Pflicht der Pietät, dass ein Rückblick auf sein Leben und Streben an dieser Stelle gegeben werde.

Dr. Wölfert hatte ursprünglich Philologie und Theologie studirt, war dann aber Buchhändler geworden. Im Jahre 1879 leitete er, 28 Jahre alt, als Inhaber eine Verlagsbuchhandlung in der Lindenstrasse in Leipzig und war ausserdem Hausbesitzer; er erfreute sich durchaus günstiger Vermögensverhältnisse. Da wurde er durch Baumgarten angeregt, sich der Aeronautik zu widmen.

Im Jahre 1879 hatte Baumgarten, der königlich sächsischer Oberförster war, einen Entwurf zu einem Luftschiff veröffentlicht, das bei 60 m Länge einen Durchmesser von 30 m haben sollte (s. diese Zeitschrift VII. pag. 100). Da die beschränkten Geldmittel Baumgartens ihm die Construction im Grossen nicht gestatteten, so erbaute der Erfinder in fast fünffach kleinerem Massstabe ein Modell und stellte mit ihm Versuche an. Das Modell war 12,5 m lang, 3,75 m hoch und breit. Das Gestell des Aerostaten trug zwei Wendeflügelpaare von 2 m Durchmesser, die durch zwei Federn von je 0,1 Pferdekraft bewegt wurden, sowie ein Steuerruder. Um das Fahrzeug, dessen Ballon mit Wasserstoffgas gefüllt war, in geringer Höhe über dem Erdboden in das Gleichgewicht mit der umgebenden Luft zu bringen, war am Gestell ein Compensationsseil befestigt.

Die Versuche mit diesem Modell wurden im Juli 1879 in Grüna bei Chemnitz angestellt und zwar bei windstillem Wetter. Die Versuche ergaben, dass in der That bei sehr ruhiger Luft das Fahrzeug seine Lage nach jeder beliebigen Richtung verschieben konnte. Es fuhr selbst „mit ziemlicher Geschwindigkeit“ der Windströmung entgegen. Bei der von

Baumgarten gegebenen Beschreibung der Versuche (s. diese Zeitschrift I. pag. 145) vermisst man leider Angaben sowohl über die Schnelligkeit der Eigenbewegung des Luftschiffes wie über die Geschwindigkeit der Windströmung. Auch sonst sind die Angaben Baumgartens keineswegs unanfechtbar und sie wurden daher mit Recht von Kretzschmar und Hänlein kritisirt (s. d. Zeitschrift I. pag. 220 und 274).

Bereits bei diesen ersten Versuchen Baumgartens im Juli 1879 tritt Dr. Wölfert als Theilnehmer hervor; beide waren mit dem erreichten Resultate durchaus zufrieden und haben nun bis zum Jahre 1882 gemeinsam weitere Versuche mit grösseren Luftschiffen gemacht. Die Berichte über die Versuche lassen erkennen, dass eine horizontale Geschwindigkeit von mehr als 1 m Geschwindigkeit nicht erreicht wurde; es wurde also nur ein recht kümmerliches Ergebniss erzielt. Und dazu traten zweimal sogar noch gefährliche Unglücksfälle.

Am 29. März 1880 sollte der mit drei Gondeln ausgestattete Ballon mit drei Luftschiffern emporsteigen (Abbildung s. Mödebeck Handbuch der Luftschiffahrt I. pag. 129 Fig. 30 u. 31); jede der Gondeln sollte einen Mann aufnehmen. Durch ein Missverständniss wurde aber der Ballon bereits losgelassen, als Baumgarten die hintere Gondel bestieg, während die anderen beiden Gondeln, die mittlere und die vordere, unbemannt waren. In Folge der ungleichmässigen Belastung richtete sich das Fahrzeug mit seiner Längsachse auf, das Gas zerriss an der Spitze des Ballons die Hülle, und der Aerostat stürzte aus einer Höhe von 50 m zu Boden. Der Fallschirmwirkung der schlaffen Ballonhülle hatte es Baumgarten zu danken, dass er keine Verletzungen erlitt (s. diese Zeitschr. I. p. 287).

Auch bei der unglücklichen Auffahrt, welche am 5. März 1882 in der Flora zu Charlottenburg stattfand, kam Baumgarten ohne Verletzung davon (s. diese Zeitschr. I. p. 147).

Trotzdem alle diese Vorkommnisse nicht gerade sehr ermuthigend sein konnten, so liess sich doch Dr. Wölfert nicht abschrecken, sondern verfolgte seinen einmal gefassten Plan auch dann noch weiter, als Baumgarten im Jahre 1883 in der Irrenanstalt zu Colditz gestorben war. Er stieg an den verschiedensten Orten (Berlin, Augsburg, Cannstatt, Ulm, London, Wien und zahlreichen andern) auf. Seine Buchhandlung gab er auf, opferte sein Vermögen für Verbesserungen und Versuche und erduldete Mangel und mancherlei Missgeschick in der Erwartung, dass es ihm gelingen würde, die Durchführbarkeit seiner Idee durch den Erfolg zu beweisen.

Trotz der Ausdauer, mit der Dr. Wölfert seine Experimente betrieb, waren alle diese Bemühungen doch absolut fruchtlos. Ja, eine genauere Prüfung der von Wölfert aufgestellten Constructionsprincipien lässt sogar ganz zweifellos erkennen, dass sie in keiner einzigen Beziehung einen Fortschritt gegen die Arbeiten seiner Vorgänger aufweisen.

Die von Wölfert gewählte ellipsoidische Form des Ballons war bereits im Jahre 1784 durch Meusnier angewendet und ist weit weniger günstig als die von Giffard 1855 angewandte Spindelgestalt.

Die starre Verbindung zwischen Ballon und Gondel, die Wölfert als seine Erfindung betrachtete, war bereits 1870 durch Hänlein in Vorschlag gebracht; sie wurde in weit vollkommenerer Weise im Jahre 1884 durch Renard und Krebs in Anwendung gebracht.

Die Anwendung einer besonderen Hubschraube war auch keine Erfindung Wölfert's; es wurde bereits im Jahre 1865 von Hänlein ein Patent auf dieselbe genommen.

Unter diesen Umständen war es durchaus willkürlich und unberechtigt, dass Wölfert die Behauptung aufstellte, „dass die Construction des lenkbaren Luftschiffes von Renard und Krebs genau diejenige des Baumgarten-Wölfert'schen Luftschiffes und derselben unbefugter Weise nachgeahmt sei" (s. diese Zeitschr. III. pag. 347). Dass Dr. Wölfert mit derartigen Ansprüchen hervortrat, erklärt sich daraus, dass er eben nicht über das erforderliche technische und physikalische Wissen verfügte, das nothwendig ist für die Aufstellung brauchbarer Projecte und für die Beurtheilung der angestellten Versuche.

Durch nichts zeigte sich der Mangel an theoretischen Kenntnissen deutlicher als durch die Art, wie er die Propellerschraube in Gang setzen wollte. Nach dem ersten Entwurfe sollten für diesen Zweck Menschenkräfte verwendet werden!! Erst nach den Versuchen von Renard und Krebs verfiel er auf die Anwendung wirksamerer Kraftmaschinen und experimentirte mit Daimler'schen Benzinmotoren von 3, von 5 und schliesslich sogar von 8 Pferdekräften.

Bereits während der Berliner Gewerbeausstellung im Sommer 1896 wollte Dr. Wölfert mit seinem Luftschiff „Deutschland", wie er ankündigte, wöchentlich zwei bis drei Aufstiege unternehmen. Doch gelang es ihm nicht „das zur Füllung des 875 Kubikmeter fassenden Ballons erforderliche reine Wasserstoffgas zu erhalten." Nur am 28. und 29. August fanden Fahrten statt; der Ballon war so langsam gefüllt, dass das Wasserstoffgas stark verunreinigt war; hierdurch war die Tragkraft so bedeutend vermindert, dass Wölfert selbst nicht aufsteigen konnte. Ein Monteur Wirsum, der ein um 30 Kilo geringeres Körpergewicht hatte, trat in die Gondel und setzte den Motor in Bewegung. Nach den Schätzungen Dr. Wölfert's betrug die dabei erreichte Geschwindigkeit gegen die ruhende Luft etwa 8—8,5 m pro Secunde.

Erst nach Schluss der Ausstellung gelang es Dr. Wölfert, einen opferbereiten Gönner zu finden, der ihm durch eine Summe von 50000 Mark die Fortsetzung der Experimente ermöglichte. Die königliche Luftschiffer-Abtheilung übernahm gegen eine entsprechende Bezahlung die Füllung des Ballons und so fanden denn bereits im Mai und Juni fünf Aufstiege des

Wölfertschen Ballons auf dem Hofe der Luftschifferkaserne statt. Bei diesen Versuchen war Alles nach Wunsch gelungen und es wurde daher zu einer neuen Auffahrt eine ganze Anzahl hervorragender Interessenten geladen; Dr. Wölfert wollte durch diesen seinen letzten Versuch die Brauchbarkeit seiner Construction beweisen. „Dieses ist meine letzte Fahrt. Entweder sie glückt, oder ich bin ein todter Mann.“ So sprach er wenige Minuten vor der Auffahrt am 12. Juni 1897.

Kurz vor 7 Uhr Abends waren die letzten Vorbereitungen zur Auffahrt getroffen und Dr. Wölfert nahm mit seinem Begleiter, dem Mechaniker Knabe, zusammen in der Gondel Platz. Der Benzinmotor wurde in Bewegung gesetzt, indessen functionirte er unregelmässig. Zeitweise schlugen fusshohe Flammen aus dem Motor, so dass die Gefahr der Entzündung des Ballons nahe lag. Punkt sieben Uhr erfolgte der Aufstieg; das Steuer war dabei schadhaft geworden. Der Ballon stieg bis auf etwa 1000 m Höhe und drehte sich zuletzt mit der Spitze gegen den Wind, es schien, als sollte, dem ursprünglichen Plane entsprechend, die Rückfahrt zur Abflugstelle angetreten werden. Plötzlich entwickelte sich vom Motor aus eine Flamme, die am Ballon hinauflief: im nächsten Augenblick explodirte der Ballon mit dumpfem Knall und die Gondel sank brennend zur Erde nieder. Unter den wenigen, rasch gelöschten brennenden Resten des Ballons lagen die fast unkenntlichen, furchtbar entstellten Leichen der beiden Gondelinsassen.

Es sind somit Wölfert und sein Begleiter Knabe fast genau in derselben Art verunglückt, wie Pilâtre de Rozier und sein Begleiter Romain. Diese waren am 15. Juni 1785 mit einem Ballon aufgestiegen, der eine unglückliche und gefährliche Verbindung von Montgolfière und Charlière war; vergeblich hatte Charles gewarnt: „Freund! Sie hängen ein Pulverfass über Feuer.“ Pilâtre de Rozier beharrte bei seinem tollkühnen Plane und verwandte unter einem mit Wasserstoff gefüllten Ballon eine offene Flamme. Eine ganz ähnliche waghalsige Construction hat auch Dr. Wölfert und seinem Begleiter das Leben gekostet.

Kleinere Mittheilungen.

Zu A. Samuelsons: „Fischschwanz und Flügelschütteln.“ Herr Samuelson hat im Juli/August-Heft eine Abhandlung und eine Erwiderung veröffentlicht, welche den Zweck haben, darzuthun, dass das Gesetz Fv^2 genügt zur Erklärung der Erscheinungen des Flügelschlags.

Den Inhalt seiner Erwiderung, welcher in einem persönlichen Ausfall gipfelt, der mich lediglich erheitern kann, ignorire ich und beschäftige mich im Nachstehenden lediglich mit dem Sachlichen seiner Abhandlung, welche mir sehr willkommen ist, da sie mir Gelegenheit zur Discussion giebt, aus welcher allein die Wahrheit sich herausschälen kann.

Herr Samuelson hat aus der beobachteten **mittleren** Geschwindigkeit des Vogelflügelschlags — eine andere ist nicht bekannt — ein Diagramm construirt, in welchem die Aenderung dieser Geschwindigkeit in ganz willkürlicher Weise erfolgt. Er drängt nämlich den Anstieg und das Fallen dieser Geschwindigkeit in einen Bruchtheil der zum Flügelniederschlag erforderlichen Zeit zusammen und lässt sie dementsprechend unnatürlich hoch werden — bis auf das 6fache der mittleren steigen. Dadurch wird nun wohl ein starkes Wachsthum des Druckes in einem kleinen Bruchtheil der Zeit erzeugt, aber die Stetigkeit geht dabei verloren.

Man ersieht aus der vom Verfasser gegebenen Tabelle, dass der eigentliche praktisch nur in Frage kommende Widerstand des Vogelflügels (die Ordinate 14, 15 u. 16) nur in $^1/_{10}$ der Niederschlagzeit entsteht und dass er sogar nur $^1/_{15}$—$^1/_{16}$ der ganzen Schwingungsdauer T andauert (wenn man von den relativ kleinen Zahlen absieht). Der Flügel könnte darnach auch nicht mehr einigermassen stetig tragen, er bekäme vielmehr nur in einem Zeittheil einen plötzlichen Stoss, um dann 14—15 Zeittheile hindurch theils von verschwindend kleinen Kräften gestützt, theils von grösseren Kräften (beim Aufschlagen des Flügels) niedergedrückt zu werden. Dies Alles exclusive der Schwerewirkung, welche besonders in Betracht kommt.

Um die Zulässigkeit dieser Darstellung noch weiter zu prüfen, ist auch in Betracht zu ziehen, dass die Muskelkraft des Vogels beschränkt ist und wenn die Flügelgeschwindigkeit auf das 6fache der mittleren steigen soll, die 6^2fache Energie nöthig ist und weil dies unter bewandten Umständen auch fast in $^1/_6$ der Zeit geschehen muss, der 6^3fache Effect der Muskelmaschine nöthig ist.

Und diesen Aufwand soll der Muskel plötzlich inmitten der Flügelbahn machen um die erzielte Geschwindigkeit sofort wieder zu vernichten d. h. in Wärme zu verwandeln, denn eine mechanische Ausnutzung ist nicht abzusehen — und den Rest seiner Bahn sozusagen leer zu laufen.

Ich betrachte diese willkürliche Darstellung des Bewegungsvorganges als einen in keiner Weise zu rechtfertigenden Excess, welcher sowohl durch den Augenschein, als durch die Marey'schen Momentbilder widerlegt wird.

Hier darf doch keine ungezügelte Phantasie walten, welche sich um alle anderen Verhältnisse gar nicht kümmert, und eine im höchsten Grade unökonomische Procedur aufstellen, welche allen Erfahrungen direkt zuwiderläuft.

Ist dies nicht ein ungehöriger Gebrauch der Mathematik, ja geradezu ein Missbrauch derselben?

Warum hat der Autor nicht die Geschwindigkeit auf das 100 oder 1000fache der mittleren wachsen lassen? Er hätte ja damit noch entsprechend mehr erreichen können? Wohl nur aus dem Gefühle, dass er mit den gemachten Annahmen bereits über die Grenzen des Zulässigen hinausgegangen war.

Bevor ich nun auf die von dem Autor erlangten Ergebnisse seiner Rechnung eingehe, möchte ich zur Erzielung einer kürzeren und präciseren Ausdrucksweise, welche zur klaren Einsicht wesentlich beiträgt, festsetzen, dass ich die Summe der Geschwindigkeitsquadrate, welche hier die Summe der Produkte aus Kraft und Zeit also die Gesammtwirkung während einer Bewegungsperiode ausdrücken — nach dem Vorgange von Strassner und v. Parseval bezeichne, nämlich die Gesammtwirkung des Flügelniederschlags mit „Hebefeld." Die umgekehrte Wirkung beim Flügelaufschlage, welche Wirkung nach dem Gesetze Fv^2 unzweifelhaft berechnet und auch vom Autor berechnet worden ist, bezeichne ich mit „Senkefeld." Die Wirkung der Schwere wie üblich mit „Schwerefeld".

Die Gesammtwirkung der Fischschwanzschlagperioden wird zweckmässig mit „Vortriebfelb" und „Rücktrieb" zu bezeichnen sein.

Zunächst habe ich nun zu constatiren, dass der Autor beim Fische das „Vortriebfeld" in diejenige Periode der Bewegung des Schwanzes construirt hat, in welcher die **grosse** Geschwindigkeit besteht (wie dass ja nach dem Gesetze Fv^2 sicher logisch richtig ist).

Dieser Vorgang ist nun merkwürdiger Weise in Parallele gestellt mit dem Flügelniederschlag, in welchem gerade die **kleinere** beobachtete (mittlere) Geschwindigkeit besteht.

Das was also beim Vogeldiagramm durch Aufstellung höchst unwahrscheinlicher — ja geradezu ersichtlich falscher — Bewegungsvorgänge erreicht werden soll, zerstört der Autor — wahrscheinlich unbewusst — durch sein Fischdiagramm.

In letzterem beweist er das, was jeder nach dem Gesetze Fv^2 erwarten muss, nämlich, dass der raschen Bewegungsperiode der Vortrieb entspricht. Beim Vogel soll es aber umgekehrt sein, derselbe soll beim raschen Flügelheben den kleineren Druck erzeugen.

Aber mit allen diesen Gründen ist mein Einwand nicht erschöpft.

Selbst wenn man die vom Autor erhaltenen Rechnungsresultate annehmen könnte, so wäre doch damit nur ein Ueberschuss des Hebefeldes über das Senkefeld erwiesen. Es ist aber zum Fluge nöthig, dass dieser Ueberschuss mindestens gleich dem Schwerefeld ist.

Die Frage ist also, ob diese Bedingung zutrifft, resp. durch das Gesetz Fv^2 als erfüllt sich berechnen lässt.

Dagegen genügt es in keiner Weise bloss das Verhältniss zwischen Hebefeld und Senkefeld zu berechnen, wie der Autor dies gethan hat.

Hier möchte ich nun constatiren, dass auch ein so gediegenes Werk, wie v. Parseval's „Mechanik des Vogelflugs," es vermieden hat, dass Senkefeld überhaupt zu berechnen oder auch nur das nach Fv^2 berechnete Hebefeld mit dem Senkefeld in Zahlen zu vergleichen. Warum? Als Antwort kann ich nur die Vermuthung aussprechen, dass dies geschehen ist, um das Ungenügende des Gesetzes Fv^2 nicht zu grell zu beleuchten. Denn etwas Anderes hatte man doch nicht. Dagegen muss man Herrn v. Parseval zugestehn, dass er sich dessen voll bewusst war und dieser Erkenntniss mehrfach deutlichen Ausdruck gegeben hat. Er gab eben, was er damals geben konnte.

Also mein Haupteinwand geht dahin, dass das nach dem Gesetze Fv^2 berechnete Hebefeld — umsomehr Hebefeld minus Senkefeld — lange nicht so gross ist, als das Schwerefeld, was ich in dem angegriffenen Artikel bereits mit andern Worten ausgeführt habe.

Eben deshalb sah sich auch Lilienthal genöthigt, nach Vergrösserung des Kraftfactors zu suchen und fand sie empirisch in den „Schlagbewegungen."

Er gibt ein Wachsthum des Widerstandes auf das 9fache an (bei Versuchen mit einem kleinen Apparat), obgleich der Anwachs der Geschwindigkeit seiner Versuchsschlagflügel nicht auf das Doppelte der mittleren steigen konnte, nach der Arbeit seines Mechanismus, nämlich nur auf $\frac{p}{2} = 1{,}57$. Dieser so vergrösserte Widerstand lässt sich ersichtlichermassen auch nicht nach Fv^2 berechnen, sondern muss eine anderweite Ursache haben. Wenn ich nicht vor Jahren auch einmal selbst einen Raben gewogen, gemessen und berechnet hätte und mich, ohne die Literatur zu kennen, durch eigne Rechnung von der Unzulänglichkeit von Fv^2 überzeugt hätte, so hätte ich mich wohl nicht auf die Suche nach der unbekannten Widerstandsquelle gemacht. Ich bin dann später durch die Literatur in meiner Ueberzeugung nur bestärkt worden.

Ueberhaupt wird es doch einleuchten, dass ohne die feste Ueberzeugung von der Unzulänglichkeit des Gesetzes Fv^2 niemand daran denken würde, nach etwas Anderem zu suchen.

Schliesslich wäre noch festzustellen, wie gross sich z. B. nach den Lilienthalschen Berechnungen bei einer Taube die Zahlen stellen würden, wenn die Samuelsonsche Bewegung des Flügels möglich wäre. Nach Lilienthal's Zahlen würde sich das Hebefeld zu $^1/_{20}$ des Senkefeldes berechnen. Nimmt man nach Samuelson dann auch das 6fache an (dies ist das theoretische Maximum, welches nach seinem Diagramm nicht erreicht werden kann), so bliebe das Senkefeld davon abzuziehen, was rund die Hälfte ausmachen würde, also bliebe $^3/_{20}$ der wirklich nöthigen Flügelleistung übrig.

Also reicht die Annahme des Geschwindigkeitsanwachses auf das 6fache der mittleren noch lange nicht aus, eine Erklärung der Erscheinungen nach Fv^2 zu geben und die Widerstandsquelle Fv^2 bleibt auch trotz so excessiver Annahmen immer noch viel zu niedrig.

Fragt man schliesslich, was einige Aviatiker antreibt, die Anwendbarkeit des Gesetzes Fv^2 auf den Flügelschlag um jeden Preis zu vertheidigen, so weiss ich nur die Antwort, dass dieselben keine andere Möglichkeit der Erklärung sehen und deshalb eine noch so laute Sprache der Natur und der Experimente nicht beachten.

Kreuznach, den 18. October 1897. Emil Jacob.

Literarische Besprechungen.

James Means, The aeronautical annual. Boston 1897.

Der Herausgeber dieses jetzt zum dritten Male erscheinenden Jahrbuchs (s. diese Zeitschrift XV, p. 26 u. 126) hatte im vorigen Jahre den Wunsch ausgesprochen, es möchten sich recht Viele mit praktischen Versuchen über die Flugtechnik beschäftigen. In der That ist auch in dem letzten Jahre eine grössere Anzahl von Experimenten angestellt worden, als je vorher. Das Ergebniss dieser Versuche war, nach Means' Ausdruck, dass „man der vollständigen Lösung des Problems um einen grösseren Schritt näher gekommen ist, als in irgend einem früheren Jahre." Man habe jetzt über die Methode der wichtigsten Specialaufgaben Klarheit gewonnen; es könnten jetzt mit grosser Aussicht auf Erfolg die sämmtlichen Einzelarbeiten von verschiedenen Seiten und von zahlreichen Experimentatoren gleichzeitig in Angriff genommen werden. — Das Jahrbuch giebt über diese Arbeiten in ergiebigster Weise Nachricht.

Die flugtechnischen Arbeiten der letzten Jahre bewegen sich hauptsächlich in drei verschiedenen, aber auf dasselbe Ziel zuführenden Richtungen, nämlich die Entwickelung der Flugmaschine, die Versuche über den Segelflug und die Verbesserung des Motors.

Beiträge zur Entwickelung der Flugmaschine werden gegeben durch die Darstellung der Versuche Langley's. Das Jahrbuch bringt eine kurze Biographie Langley's, sowie einen von Langley selbst gegebenen Bericht über seine jetzt bereits 10 Jahre hindurch fortgesetzten vielfachen praktischen Versuche. Sodann werden speciell die Experimente des Jahres 1896 in Zeichnungen und Berichten dargestellt.

Bis zum Jahre 1895 hatte Langley nur geringen Erfolg bei den Versuchen mit seinen Flugmaschinen und es schien bereits, als wenn nur wenig Aussicht auf bedeutende Fortschritte vorhanden wäre. Da kam schliesslich zu einer Zeit, wo die Hoffnung schon sehr gesunken war, das Gelingen.

Die ersten erfolgreichen Versuche mit der Langley'schen Flugmaschine, dem Aërodrom No. 5, fanden im Mai 1896 statt. Der Aërodrom ist ein von zwei Schrauben

getriebener Drachenflieger mit 4 Flügeln. Er wiegt inclusive des Treibapparates nebst allem Zubehör etwa 15 Kilo und klaftert 4 Meter. Der Antrieb nach vorn und zugleich die Hebung wird durch Luftschrauben von 1 Meter Durchmesser bewirkt. Eine mit Naphtha gespeiste Gebläselampe, ähnlich der bei Klempnern üblichen, lieferte die Wärme. Ein kleiner Schlangenrohrkessel aus Kupfer diente zur Dampfentwickelung.

Diese Flugmaschine fuhr von einer Plattform, 6 Meter über der Wasserfläche des Potomac ab; sie flog zunächst direct gegen den Wind, beschrieb dann einige Kreise von etwa hundert Meter Durchmesser und stieg dabei stetig empor, bis nach $1^1/_2$ Minuten der Dampf erschöpft war. Als die Schraube stillstand, war eine Höhe von etwa 30 Metern erreicht und die Maschine senkte sich nun langsam und ruhig und erreichte das Wasser ohne den geringsten Stoss. Ganz ähnlich war das Ergebnis des zweiten Versuches; auch bei ihm betrug die Flugzeit $1^1/_2$ Minuten und die Gesammtlänge der durchlaufenen Strecke wurde auf 1000 Meter geschätzt. Ein im November desselben Jahres mit dem Aërodrom No. 6 angestelltes Experiment ergab bei einer Flugdauer von $1^3/_4$ Minuten eine durchlaufene Strecke von 1200 Metern.

Die Versuche über den dynamischen Flug füllen nur etwa 20 Seiten; ein fünfmal so grosser Raum ist dem Segelfluge gewidmet. Chanute berichtet über seine sehr zahlreichen Experimente. Er arbeitete in Gemeinschaft mit Herring und zwei anderen Genossen. Zunächst wurde mit dem Lilienthal'schen Flugapparate experimentirt; nachdem sich dieser als gar zu gefährlich erwiesen hatte, wurde ein von Chanute selbst construirter Flugapparat, aus 6 übereinander stehenden Flächenpaaren bestehend, benutzt und über 100 Flüge mit demselben ausgeführt. Die 12 Flugflächen dieses Apparates waren beweglich; sie regulirten ihre Stellung automatisch d. h. durch den blossen Winddruck und wirkten derart, dass ihr beweglicher Druckmittelpunkt stets über dem Schwerpunkte lag. Es war dadurch eine weit grössere Sicherheit bei den Flugversuchen ermöglicht, als sie der Lilienthal'sche Apparat zuliess, bei welchem der Experimentator seinen Körper während des Fluges stets derartig bewegen musste, dass der Schwerpunkt unter dem Druckmittelpunkte der Flügel blieb.

Die Vorrichtung wurde im Laufe der Versuche mehrfach umgeändert, zumal wurde die Zahl der übereinander liegenden Flächen verringert. Von zwölf Flächen, die ursprünglich verwendet waren, ging man auf 6 und schliesslich sogar auf 4 herab. Und gerade die letzteren, aus zwei Flächenpaaren bestehenden Apparate, die Zweidecker, wie sie Herring kurz und treffend nennt, haben sich bei sehr zahlreichen Flügen immer wieder bewährt.

Im Ganzen wurden mit den Chanute'schen Apparaten über 300 Flugversuche gemacht, die durchweg glücklich verliefen und eine schöne Fortsetzung der von Lilienthal begonnenen Arbeiten darstellen.

Sowohl Chanute wie auch Herring kommen bei der Besprechung ihrer Versuche wiederholt auf die Lilienthal'schen Apparate und ihre Anwendungen zu sprechen und äussern sich stets anerkennend über die Bestrebungen und Leistungen des deutschen Bahnbrechers. Welch hohes Ansehen demselben auch in Amerika zu Theil wird, erkennt man daraus, dass von den 14 Aufsätzen des Aeronautical annual sich 4 speciell mit den Arbeiten Lilienthals beschäftigen. Means bringt nämlich in Uebersetzungen die in unserem Verein gehaltene Gedächtnissrede „zur Erinnerung an Lilienthal“ (diese Zeitschrift XV, Heft 12), die Schilderung der Versuche bei Rhinow (diese Zeitschrift XIV, Heft 3), die Erörterung über die besten Flügelformen (diese Zeitschrift XIV, Heft 10) und den prächtigen Aufsatz: Unsere Lehrmeister im Schwebefluge (Prometheus VII, pag. 55).

Karl Müllenhoff.

G. Le Cadet. Sur la variation de l'état électrique de hautes régions de l'atmosphère, par beau temps. Comptes rendus **124**, 761—762. 1897.

Der Herr Verfasser, welcher bereits im Jahre 1898 gelegentlich zweier Luftfahrten die Vertheilung der atmosphärischen Elektricität studirte, hat am 24. März d. J. von Lyon aus unter Führung des Herrn A. Boulade eine neue Fahrt unternommen, hauptsächlich zwecks Erprobung eines neuen Collectors (Ansammlungsapparates) der Elektricität. An Stelle des bisher üblichen Wassercollectors wurde ein mit Bleinitrat getränkter Docht (mèche) benutzt, der mit Hülfe eines geeigneten Feuerzeugs (briquet convenable) entzündet und dann glimmend an einem Messingdraht vom Korbe herabgelassen wurde. Das benutzte Feuerzeug wird nicht genauer geschildert, war aber auf Grund ausführlicher Versuche derartig ausgewählt, dass das im Korbe vorgenommene Anzünden keinerlei Gefahr für den Ballon bildete. Zwei solche Apparate waren in mindestens 80 m Abstand unter dem Korb und mit einem Höhenunterschied von 5 m angebracht, und die Messingdrähte, durch Schwefelstücke isolirt, zu einem Elektrometer geführt. Die ganze Vorrichtung wog nur 2 kg. (Der Referent bemerkt hierzu, dass die sonst mitgeführten Wassermassen kein todtes Gewicht bildeten, sondern als Ballast verbraucht wurden und die Mitnahme eines gleich grossen Gewichtes an Sand entbehrlich machten.) Durch einen Unfall an einem der Drähte wurde der Anfang der Beobachtungen verzögert und fand erst in beträchtlicher Höhe statt. Die gewonnenen Zahlen sind:

Zeit	Höhe	Potentialgefälle
1p 12′	1680 Meter	+ 28 Voltmeter
1p 15′	1700 „	+ 32 „
1p 17′	1780 „	+ 30 „
1p 19′	1810 „	+ 31 „
1p 20′	1850 „	+ 32 „
1p 22′	1880 „	+ 29 „
1p 28′	1900 „	+ 30 „
1p 40′	2200 „	+ 30 „
1p 51′	2300 „	+ 29 „

Bei der Abfahrt um 11a wurde gemessen:

Am Observatorium in 300 m Höhe: 156 Voltmeter.

An der Gasanstalt „ 175 „ „ 225 „

Der Mittelwerth während der Fahrt betrug am Observatorium + 118 Voltmeter.

Herr Le Cadet schliesst hieraus, das jedenfalls das Potentialgefälle oberhalb 1500 m kleiner ist, als am Boden, und bestätigt damit das Ergebniss seiner früheren Fahrten sowie derjenigen, welche von Berlin aus zur Ergründung luftelektrischer Verhältnisse unternommen wurden.

R. B.

Berichtigung.

In dem Artikel des Hrn. Dr. Jacob „Das Gesetz des elastischen Widerstandes“ in Heft 7/8 d. J. sind leider die nachfolgenden theilweise sinnstörenden Druckfehler stehen geblieben, die hiermit berichtigt werden.

	anstatt:	soll es heissen:
Seite 200, Zeile 15 v. oben	*Ava*	*Fva.*
„ 201, „ 1 „ „	auch	auf.
„ 201, „ 2 „ unten	Zeit *A*	Zeit *t*.

Professor Dr. Leonhard Sohncke †.

Der erste Vorsitzende des „Münchener Vereines für Luftschiffahrt“, der weitbekannte Gelehrte und unermüdlich thätige Forscher Leonhard Sohncke ist vor kurzem aus dem Leben geschieden. Dic vielfachen Berührungspunkte, welche der Deutsche Verein zur Förderung der Luftschiffahrt mit dem Verblichenen gehabt, sowie der ausserordentliche Eifer, mit welchem sich dieser den Angelegenheiten des „Münchener Vereines für Luftschiffahrt“ von seiner Gründung an gewidmet hat, lassen es uns als Pflicht erscheinen, dem Andenken des allzufrüh aus seiner Thätigkeit Abberufenen einige ehrende Worte zu widmen.

Leonhard Sohncke wurde 1842 in Halle a. d. Saale geboren, promovirte ebendort im Jahre 1866 und wurde bald darauf Lehrer am Friedrichs-Gymnasium in Königsberg. Nachdem er sich 1869 an der Albertus-Universität habilitirt hatte, wurde er 1871 als Professor an das Polytechnicum in Karlsruhe berufen, wo er zugleich die Leitung der Meteorologischen Centralstelle übernahm. 1883 erhielt er die ordentliche Professur für Physik in Jena und nahm 1887 die Professur an der technischen Hochschule in München und das Directorat des physikalischen Laboratoriums an derselben an. Bald darauf wurde er zum Mitgliede der k. bayerischen Akademie der Wissenschaften ernannt. Als in München am 21. November 1889 der „Münchener Verein für Luftschiffahrt“ gegründet wurde, wählte man Sohncke zu dessen erstem Vorsitzenden, ein Amt, welches er bis zu seinem Tode ununterbrochen innegehabt und mit dem grössten Eifer und der grössten Hingebung verwaltet hat. Unter seiner kraftvollen und unermüdlichen Leitung hat sich der genannte Verein in ganz ausserordentlicher Weise entwickelt, was wir aus vollem Herzen anerkennen, obwohl ernste Trübungen in den Beziehungen desselben zu unserem Vereine zu unserem Bedauern zu einer Entfremdung geführt haben. In dem hierüber gepflogenen Briefwechsel vertrat Sohncke in der ihm eigenen energischen Weise die Anschauungen und den Standpunkt seines Vereines, welche nicht immer im Einklang mit den unserigen standen.

Die wissenschaftliche Thätigkeit Sohncke's auf dem Gebiete der Mathematik, theoretischen und experimentellen Physik, physikalischen Chemie und Krystallographie, wobei er sich mehrfach mit dem berühmten Hallenser Mathematiker Wangerin verband, sind an anderer Stelle besser zu würdigen. Uns liegt besonders derjenige Theil seiner Thätigkeit nahe, welcher ihn in enge Berührung mit atmosphärischen Forschungen brachte.

Seine erste epochemachende Arbeit dieser Art entstand in Jena: „Ueber den Ursprung der Gewitter-Elektricität und der gewöhnlichen Elektricität der Atmosphäre“ (1885 bei Fischer, Jena), in welcher die Reibung zwischen Eis und Wassertheilchen als Quelle der Elektricität bezeichnet und eine abnorm niedrige Lage der Isothermfläche für 0° bei Gewittern behauptet wurde. Diese Schrift rief mannichfachen Widerspruch hervor, besonders von Exner in Wien, gegen welchen sich Sohncke mit aller ihm eigenen Energie und nicht ohne Glück vertheidigte. Die „Meteorologische Zeitschrift“ brachte mehrfache Vertheidigungsschriften Sohncke's; in den Sitzungsberichten der mathematisch-physikalischen Klasse der k. bayerischen Akademie der Wissenschaften 1890, Band 20 erschien eine „Abwehr“ unter dem Titel „Nachträgliches zur Theorie der Luftelektricität.“ Kleinere Aufsätze, wie „Zur meteorologischen Optik“, über das „blaugrüne Flämmchen“ erschienen in der Meteorologischen Zeitschrift.

Hatte sich Sohncke bei seiner Theorie der Gewitter-Elektricität schon wesentlich auf die Ergebnisse von Ballonfahrten, besonders denen Glaisher's gestützt, so musste ihm das Wieder-Erwachen wissenschaftlicher Ballonfahrten, wie es von unserem Verein in Berlin ausging, als ein hochwillkommenes Mittel erscheinen, weitere Beweise für seine vielumstrittene Theorie zu finden.

So sehen wir ihn auch sofort an der Arbeit, als in München ein Verein gegründet wurde, welcher, wie wir hier besonders feststellen wollen, seine Wurzeln in dem Berliner Verein hatte. Indem nämlich der von uns zur methodischen Ausführung wissenschaftlicher Ballonfahrten angeregte, allezeit, wo es etwas Grosses zu schaffen gab, bereite Herr von Siegsfeld zum Zwecke aëronautischer Experimente nach Augsburg verzog und dabei seinen für die wissenschaftliche Forschung im Rahmen des Berliner Vereins erbauten Ballon „Herder“ mit sich nahm, gab er den entscheidenden Anstoss zur Gründung eines ähnlichen Vereines in München, besonders nachdem ein mit dem Unterzeichneten von langer Hand verabredetes gemeinschaftliches Experiment, eine Ballonfahrt von München aus, während der Genannte gleichzeitig Beobachtungen auf dem Säntis anstellte, am 19. Juni 1889 prächtig gelungen war und so den hohen Werth derartiger Versuche in das glänzendste Licht gesetzt hatte. Der nach München zurückgeführte Ballon „Herder“ machte am 10. Juli seine zweite Auffahrt in Gegenwart des Prinz-Regenten und anderer Mitglieder des bayerischen Königshauses und am 21. November desselben Jahres wurde der neue Verein mit 200 Mitgliedern, darunter sechs bayerischen Prinzen, gegründet; die Vereinsfahrten erfolgten dann längere Zeit hindurch ausschliesslich mit dem Ballon „Herder“ des Herrn von Siegsfeld und ersterer wurde deshalb in mehrfachen Veröffentlichungen direct als „die Wiege des Münchner Vereines“ bezeichnet. Man verzeihe diese Abschweifung, aber es ist nicht unwichtig, bei dieser Gelegenheit die Vorgeschichte des „Münchener Vereines für Luftschiffahrt“ klar zu stellen.

Sohncke war, wie bei seinem Naturell zu erwarten, mit vollem Herzen und ganzer Energie bei dem neuen Plane betheiligt und wurde, da man seinen Werth wohl erkannte, sofort zum ersten Vorsitzenden gewählt. Unsere „Zeitschrift für Luftschiffahrt," bis vor einem Jahre „Organ des Münchener Vereines für Luftschiffahrt," ist in den ersten Jahren wiederholt in der glücklichen Lage gewesen, Beiträge aus Sohncke's gewandter Feder zu erhalten, oder doch über solche, welche an anderer Stelle erschienen waren, berichten zu können. Im Jahrgange 1891 brachten wir auf p. 92 ein Referat über einen Vortrag über „Einige optische Erscheinungen der Atmosphäre", ferner einen Bericht über von demselben vorgenommene, höchst sorgfältige Prüfungen von Aneroiden. Am 2. Juli 1893 unternahm Sohncke selbst seine erste Ballonfahrt, bei welcher er während der Nachtzeit in den Kronen hochstämmiger Bäume 3 Stunden lang in nicht allzu angenehmer Lage ausharren musste. Darauf fasste auf seinen Antrag die k. bayerische Akademie der Wissenschaften eine Resolution, in welcher auf die hohe Bedeutung wissenschaftlicher Luftfahrten hingewiesen wurde (1893 p. 233). Im Jahrgange 1894 p. 135 konnten wir über eine von Sohncke und Finsterwalder verfasste interessante Arbeit über „Zwei wissenschaftliche Nachtfahrten des Münchener Vereines für Luftschiffahrt" berichten; bald darauf brachten wir einen Aufsatz der beiden genannten Forscher „Bemerkungen über die bei Ballonfahrten erreichbare Genauigkeit" (p. 177) und eine Arbeit Sohncke's über „Gewitterstudien auf Grund von Ballonfahrten", in welcher er neue Beweise für die Richtigkeit seiner oben genannten Theorie der Gewitter-Elektricität beibrachte (p. 252). Am 15. November 1894 hielt er in der Akademie der Wissenschaften eine Festrede „Ueber die Bedeutung wissenschaftlicher Ballonfahrten" und erreichte durch dieselbe, dass das Directorium der Akademie dem Münchener Vereine den Betrag von 1500 M. für wissenschaftliche Ballonfahrten überwies. Kleinere Vorträge, wie über die Wandergeschwindigkeit der Zugvögel und manche andere lieferten weitere Beweise seines hervorragenden Interesses an allem, was in der Atmosphäre vorgeht.

Alles in Allem können wir nur denen beistimmen, welche den Tod dieses verdienstvollen, eifrigen, nimmer arbeitsmüden trefflichen Mannes als einen herben, schwer zu verschmerzenden Verlust für die wissenschaftliche Luftschiffahrt und ganz besonders für den von ihm mit eben so viel Energie als Erfolg während 8 Jahren geleiteten Münchener Verein bezeichnen. Sein Name und seine Verdienste um die gemeinsame Sache werden auch in unserem Vereine nicht vergessen werden.

Assmann.

Das Flugprincip und die Schaufelrad-Flugmaschine.

Von **Gustav Koch.**

Wohl noch zu keiner Zeit hat der begreifliche Wunsch des Menschen, die Art der Ortsveränderung der die Luft bevölkernden Geschöpfe auch für seine Zwecke zu ermöglichen, so reiche Blüthen getrieben, als gerade heutzutage, aber auch noch zu keiner Zeit erschienen der Gegenstand und die Consequenzen, welche allseitig an die Existenz von Luftfahrzeugen geknüpft werden, so wünschenswerth, als eben heute.

Kein Wunder daher, wenn sich Hoch und Nieder, Berufene und Unberufene, mit der Frage beschäftigen und auf Wege und Mittel sinnen, wie solche in praktisch nutzbarer Weise zu lösen.

Den Luftballon zur Ermöglichung von freien Erhebungen in die Luft besitzen wir schon mehr als hundert Jahre; ihn nach dem Willen des Führers zu steuern und zu lenken will aber nicht gelingen.

Der das Princip der Aërostatiker „leichter als die Luft“ verkörpernde Gasballon ist sogut lenkbar wie jedes Fahrzeug, das in Folge einer ihm innewohnenden Kraft eine Eigengeschwindigkeit der Bewegung besitzt.

Aber einem voluminösen Körper, der leichter, oder in Folge anhängenden Gewichtes eben nur gerade so schwer ist, als das ihn allseitig umgebende Medium, eine Eigengeschwindigkeit zu geben, ist mit derartigen Schwierigkeiten verknüpft, dass man wohl sagen darf, dass mit dem bis jetzt in dieser Beziehung Erreichten wir auch schon so ziemlich beim Maximum des Erreichbaren angelangt sind.

Stärkere Maschinen bedingen in Folge grösseren Gewichtes auch einen voluminöseren Ballon und ein solcher grösseren Widerstand der Luft gegen die Fortbewegung, darüber kommt man mit noch so sinnreich ausgedachten Detailconstructionen nicht hinweg und was will es heissen, wenn auch in Folge dessen, statt der bis jetzt erreichten Eigengeschwindigkeit des Ballons von 5—6 Sec.-Met., eine solche von 7—8 erzielt wird? Ein leichter Wind, der nur Baumzweige bewegt, ist schon im Stande, ein solches Ballonluftschiff aufzuhalten.

Angesichts solchen Thatbestandes wurde seitens der erfahrenen Aërotechniker die dem Princip „schwerer als die Luft“ folgende Flugfrage wieder in den Vordergruud gezogen und haben sich, während früher dieses Gebiet fast ausschliesslich von Amateuren gepflegt worden und daher ein Tummelplatz für oft recht ausschweifende Phantasien war, in den letzten Jahren auch wissenschaftlich gebildete Kreise mit der Lösung dieses bisher sehr stiefmütterlich behandelten Problems beschäftigt, so dass heute die Möglichkeit dynamischer Luftschiffahrt nicht nur nicht mehr bezweifelt wird, sondern auch begründete Aussicht vorhanden ist, dass die Ergebnisse der verschiedenerseits angestellten Versuche sich zu einem ausführbaren und Erfolg versprechenden Flugmaschinenproject kristallisiren werden.

Diese Hoffnung stützt sich insbesondere auf die bei der Erforschung des physikalisch-mechanischen Vorganges beim Fluge erzielten Resultate, und indem ich mich hierüber eingehend verbreite, dürfte es dem aufmerksamen Leser auch klar werden, dass und warum die früher angestellten Versuche zur Herstellung von grösseren Flugapparaten einen negativen Erfolg haben mussten, oder nur einen Scheinerfolg haben konnten.

Denken wir uns zunächst eine ebene Fläche (ich sage ebene Fläche, weil später auch von leicht gewölbten Flächen die Rede sein wird) in ruhiger Luft horizontal gehalten und plötzlich frei fallen gelassen, so folgt die Bewegung nach unten gemäss der Schwerkraft, indem die unterhalb der Fläche befindliche Luft seitlich ausweicht.

Dieses Ausweichen der Luft erscheint uns Allen selbstverständlich und natürlich; es ist jedoch nöthig diesen Vorgang genau in's Auge zu fassen.

Würde sich die Luft, nachdem besagte Fläche nicht mehr gehalten wird und der Wirkung der Schwerkraft folgen will, ruhig verhalten, so könnte die Fläche nicht sinken, die Luft würde dieselbe eben so gut tragen, wie eine feste Stütze, da keine Veranlassung zu deren Seitwärtsbewegung gegeben wäre.

Nun ist aber die Luft bekanntlich ein elastischer, gasförmiger Körper, der sich verhältnissmässig leicht zusammenpressen lässt.

Sobald also die Fläche der Stütze entbehrt, drückt sie auf die unter ihr befindliche Luft und erfährt dieser Theil der Luft durch den Druck eine gewisse Verdichtung.

Verdichtete Luft hat aber das Bestreben sich wieder auszudehnen, in ihr früheres Dichtigkeitsverhältniss zurückzukehren.

Dies würde auch geschehen, wenn die Fläche plötzlich ihre Fallbewegung einstellen, die Luft nicht mehr belasten würde.

Da Letzteres aber ja der Fall ist, da die Fläche, sinkend, weiter auf die Luft drückt und die dagegen stehenden Luftschichten, indem sie durchfallen werden, nicht auf die Fläche, sondern auf die unterhalb derselben befindliche verdichtete Luft treffen, wodurch Letzere an der Wiederausdehnung verhindert wird, so bleibt der sich hiebei bildende, der Form der Fläche entsprechende und das Ausweichen der Luft veranlassende Stauhügel aus verdichteter Luft unter der Fläche, so lange die Fallbewegung dauert, in Permanenz (s. Taf. I, Fig. 1 und 2).

Es ist dies ein Vorgang, der sich auch bei anderen Gelegenheiten abspielt.

Wird z. B. ein nicht zugespitzter, sondern glatt abgeschnittener Pfahl in Erde, Lehm oder Sand u. s. w. gerammt, so bildet sich vor dessen Schnittfläche, aus dem Material in das der Pfahl eindringt, ein zusammengepresster Kegel, der bei fernerer Rammarbeit nicht ausweicht, sondern die dem Pfahl fehlende Spitze ersetzt und, wie wenn diese fest mit dem-

selben verbunden wäre, das Eindringen des Pfahles ermöglicht, indem sie die weiter entgegenstehenden Massen seitwärts drängt. —

Zu unserer sinkenden Fläche zurückkehrend, erübrigt noch des Verhaltens jener Luftmassen zu gedenken, welche, nachdem sie durch den unterhalb der Fläche befindlichen Stauhügel verdichteter Luft zur Seite geschoben werden, auf der Rückseite der Fläche wieder zusammenfliessen.

Mit Beginn des Sinkens der Letzteren bildet sich, nachdem die Luft, wie jeder andere Körper dem Trägheitsgesetz unterworfen ist, unmittelbar über der Fläche ein luftverdünnter Raum, da die Luft eine gewisse Zeit braucht, den von der Fläche durchfallenen Raum wieder auszufüllen.

Diese Luftverdünnung ist jedoch nicht so intensiv, wie die Verdichtung derselben unter der Fläche, da die oberhalb der Fläche befindliche Luftsäule, schon in Folge ihrer eigenen Schwere, der Fläche nachsinkt.

Immerhin ist durch die, wenn auch verhältnissmässig geringe Luftverdünnung über der Fläche der durch den Stauhügel an deren Unterseite beiseite geschobenen Luft Veranlassung gegeben, an der Oberseite der Fläche die bestehende Luftverdünnung durch Zusammenfliessen wieder auszugleichen [1]).

Hiermit kennen wir also das Verhalten der Luft gegenüber in horizontaler Lage vertical sinkenden Flächen und ist nur noch hinzuzufügen, dass die dem Falle überlassene Fläche in jenem, kurz nach dem Beginn der Fallbewegung eintretenden Moment ihre Maximalgeschwindigkeit erreicht, in welchem die zum Beiseiteschieben der unter der Fläche befindlichen Luftmassen erforderliche Arbeit der den Fall beschleunigenden Schwerkraftwirkung gleichkommt.

Soll nun eine solche Fläche am Sinken verhindert, oder gar, ohne feste Stütze, frei in die Luft erhoben werden, so muss auf irgend eine Weise jener sich beim Fall bildende Lufthügel

---

[1]) Tafel I Figur 2 zeigt, eine photographische Aufnahme reproducirend, wohl den Stauhügel verdichteter Luft unter der direkt von unten beströmten Fläche, ein Wiederzusammenfliessen der Luft oberhalb derselben findet jedoch in diesem speciellen Fall nicht statt, da bei dem betreffenden Experiment die Fläche nicht dem Fall überlassen war, sondern feststehend von einem Luftstrom von unten getroffen wurde, welcher durch einen oberhalb der Fläche wirkenden Ventilator erzeugt wurde.

Die Luft wurde also von oben angesaugt und war daher der seitlich des Stauhügels abströmenden Luft keine Veranlassung gegeben, oberhalb der Fläche wieder zusammenzufliessen.

Auch die beiden auf Taf. III reproducirten Photographien zeigen auf solche Weise beströmte Flächen, das Bild des Verhaltens der Luft hinter denselben entspricht daher dem Vorgang bei freier Bewegung der Flächen durch die Luft nicht vollkommen; es hat diess jedoch wenig zu sagen, da in Bezug auf Flug in der Hauptsache nur mit dem Vorgang vor und unter dem betreffenden Flugkörper zu rechnen ist.

entweder ganz weggeschafft, oder zu einer Art von Luftsockel vergrössert werden.

Ehe ich hierauf des Näheren eingehe, ist es von Wichtigkeit, das Verhalten der Luft gegenüber dem Falle überlassenen, aber gleichzeitig auch in einer gewissen Horizontalgeschwindigkeit befindlichen Flächen zu untersuchen.

Angenommen, die sinkende Fläche — ca. 3 *kg* per □ m — habe mit 5 m per Sec. ihre Maximalfallgeschwindigkeit erreicht und bewege sich nun gleichzeitig auch um 5 Sec.-Met. in horizontaler Richtung fort, so wird ihre eigentliche Bewegungsrichtung von diesem Moment ab schief, liegt aber nicht, wie vielfach noch geglaubt wird, in der Richtung der Diagonale des aus beiden Bewegungen construirten Parallelogrammes, sondern, nachdem sich die Fläche nunmehr, einen längeren Weg als 5 Sec.-Met. zurücklegend, in schräger Richtung abwärts bewegt und sich gegenüber der zu verdrängenden Luft im Falle eines Drachens befindet, ungleich weniger geneigt; die Fläche trifft nach 5 Sec.-Met. Bewegung nicht auf dem Niveau des unteren Endes der Diagonale ein, sondern wesentlich höher, d. h. die Fallbewegung erscheint vermindert.

Skizze 1—4 Tafel I veraugenscheinlicht den Vorgang.

Die erste Figur zeigt eine horizontal stehende, vertical sinkende Fläche mit dem sich durch die Belastung der Luft bildenden, den Fall ermöglichenden Lufthügel, der durch das, der Fallgeschwindigkeit entsprechend schnell erfolgende Seitabwärtsströmen der entgegenstehenden Luftmassen bezüglich Form und Verdichtungsgrad in Permanenz erhalten wird.

Die dritte Figur stellt dieselbe fallende Fläche bei einer gleichzeitigen Horizontalbewegung von 5 Sec.-Met. vor. Die Diagonale des aus beiden Bewegungsgeschwindigkeiten hergestellten Parallelogrammes zeigt die ideelle Fallrichtung; die thatsächliche erscheint stark nach oben gerückt und erreicht die sich solcherart bewegende Fläche nach 1 Sec. ungefähr den Punkt X, sie hat in derselben Zeit einen längeren Weg, als beim directen Fall zurückgelegt, ist aber, als Ersatz für die zur Horizontalbewegung geleistete Arbeit, weniger tief gesunken.

Dabei erleidet der Stauhügel gepresster Luft, dessen Böschungswinkel mit der Bewegungsrichtung stets gleich sind, eine Formveränderung; die Spitze desselben und damit auch das Mittel des Luftdruckes rückt entsprechend vor und nimmt die aus der Zeichnung Fig. 3 ersichtliche Gestalt an.

Mit Zunahme der Geschwindigkeit der Horizontalbewegung wird der Stauhügel immer mehr keilförmig, bis er schliesslich bei sehr grosser Horizontalgeschwindigkeit der Flächenbewegung, als solcher ganz verschwindet und an seine Stelle ein, durch das bei jeder Bewegung von Körpern durch die Luft stattfindende Anhängen und Mitgerissenwerden von solcher bedingtes, sowohl durch die stets gleich bleibende Belastung der Luft

durch das Gewicht des Körpers, resp. der Fläche, als auch in Folge der nach oben abnehmenden Dichtigkeit der Luft (siehe Zeichnung Tafel II) an der Unterseite verstärktes und durch den rapiden Wechsel der Luftschichten in Permanenz erhaltenes dünnes Luftkissen tritt, welches ein ferneres Sinken unmöglich macht, ja bei noch mehr forcirter Horizontalbewegung sogar, als Consequenz der nach oben abnehmenden Dichtigkeit der Luft, ein schwaches Erheben der Fläche über die Horizontale zur Folge hat.

Hieraus ergiebt sich der für die Aërodynamik fundamentale Lehrsatz: **„Horizontalbewegung schwerer Flächen durch die Luft wird bei wachsender Geschwindigkeit Flug."**

Jene Lufthügel- bezw. Luftkissentheorie, schon vor mehreren Jahren von mir als physikalische Grundlage der Flugerscheinung bezeichnet, war auch Gegenstand eingehender Untersuchungen und Experimente des Herrn Oberingenieur v. Lössl, Vorstand des „Flugtechnischen Vereins zu Wien," deren Ergebnisse, mathematisch formulirt, derselbe in seinem im letzten Jahre erschienenen Werke „die Luftwiderstandsgetze" veröffentlicht hat; ein Werk, dem, wenn auch noch einige Lücken vorhanden sind, doch unstreitbar bis dato der erste Rang in der Fachliteratnr gebührt.

Eine Bestätigung bis zur Unanfechtbarkeit erhält diese Theorie durch die bereits erwähnten, von Dr. Mach in Wien ausgeführten photographischen Aufnahmen sichtbar gemachter Luftstromlinien, wodurch das Vorhandensein jener, das Flugproblem eines Hauptteiles seines Mysteriums entkleidenden Lufthügel und Luftkeile, bezw. Luftkissen, auch für das Auge erkennbar geworden.

Es sei noch besonders erwähnt, dass sich die symmetrische Gestalt der Lufthügel sofort ändert, sobald die Luft bei der Bewegung der Fläche sich nicht im Zustand absoluter Ruhe befindet.

Gleichmässige Luftbewegung in horizontaler Richtung würde allerdings nichts ändern (nebenbei bemerkt ist es völlig gleichgiltig, ob sich die Fläche, oder die dieselbe umgebende Luft bewegt); aber die Luft, als ein gasförmiger Körper von nach oben abnehmender Dichtigkeit, bewegt sich eben nie gleichmässig; abgesehen von der hierdurch bedingten, als Regel geltenden, mehr oder weniger leicht nach aufwärts zielenden Richtung der Winde (gegentheilige, auf meteorologische Ursachen zurückzuführende Windrichtungen sind deshalb nicht ausgeschlossen) erfolgen die Luftbewegungen, hauptsächlich in der Nähe des Bodens, mehr oscillirend und in Wellenform, so dass jene Stauhügel in der Praxis nicht so scharf abgegrenzt sein können, wie auch die verdichtete Luft, aus der sie bestehen, nicht immer im Ruhestand verharrt, sondern in eine mehr oder weniger wirbelnde Bewegung geräth, wie aus der Photographie, siehe Zeichnung Tafel I Fig. 2 ersichtlich.

Der Effect, der solcherart gegen Flächen oder Körper anströmenden Luft wird jedoch dadurch nur wenig alterirt und erwähne ich diese Details nur, weil von gewisser Seite dieser nebensächlichen Erscheinung wegen die ganze Lufthügeltheorie anzufechten versucht worden ist. —

Eine weitere Eigenthümlichkeit im Verhalten der Luft gegenüber schweren Flächen mit Horizontalbewegung besteht darin, dass mit der Spitze des Keilwinkels, den die belastete Luft bildet, auch die Resultante des gesammten auf die Fläche wirkenden Luftdruckes immer mehr nach vorne rückt. Es hängt diese Erscheinung mit der Ausdehnung der Fläche in der Bewegungsrichtung, in Bezug auf den Vogelflügel mit dessen Breite zusammen.

Eine horizontalstehende, und sich in einer ein Sinken nicht zulassenden Horizontalgeschwindigkeit befindliche Fläche erfährt unmittelbar unter ihrem Vorderrand den stärksten Luftwiderstand gegen ihre Falltendenz, da die Fläche hier in jedem Moment über neue Luftschichten zu liegen kommt und daher, nachdem die Fläche, wie bekannt, bei der diessfallsigen Bewegung einen Luftmantel mit sich führt, ein fortgesetztes Ueber- und Ineinanderschieben von Lufttheilen stattfindet[1]).

Da aber die solcherart erzeugte Luftcompression sich sofort wieder auszugleichen bestrebt ist, indem die verdichtete Luft sich in der Folge nach unten wieder ausdehnt, so werden die neu herantretenden Luftmassen nach unten gedrängt und liegt auf der Hand, dass, je mehr sich die Fläche vorschiebt, auch der Wiederausdehnungsprocess der Luft unter den, dem Vorderrand nachfolgenden Flächentheilen fortschreitet, d. h. die Tragfähigkeit der Luft wird mit der Flächenausdehnung in deren Bewegungsrichtung eine relativ geringere[2]).

Ist die Horizontalbewegung resp. Geschwindigkeit der Fläche eine nur mässige, so dass ein gleichzeitiges Sinken nicht ganz aufgehoben, sondern nur vermindert wird, so stellen sich wieder jene keilförmigen Luftanstauungen vor der Fläche ein; es zieht sich dabei die Resultirende des Luftdruckes vom Vorderrande zurück und fällt mit dem Endpunkt der den Lufthügel gleichwinkelig halbirenden, der Bewegungsrichtung entsprechenden Linie zusammen, sie bleibt aber stets „vor" dem Mittel der Fläche, so lange diese neben ihrer Fallbewegung auch noch eine Horizontalgeschwindigkeit besitzt.

Eine der Schwerkraft unterworfene und dabei mit einer gewissen Horizontalgeschwindigkeit sich bewegende Fläche behält deshalb ihre ursprüngliche horizontale Lage **nicht** bei, sondern **neigt sich nach hinten.**

---

[1]) Von dem an der Oberseite der Fläche stattfindenden ähnlichen Vorgang, aber in nicht belasteter, dünnerer Luft, kann aus diesem Grunde abgesehen werden.

[2]) Siehe von Loessl: Die Luftwiderstandsgesetze.

Eine leichte Abwärtsbiegung des hinteren Theiles der horizontalstehenden Fläche würde diesem Uebelstande abhelfen und kam man in Folge dessen, und da es auch besondere Schwierigkeiten hätte, bei mechanischen Flugapparaten nur ganz schmale Flügel anzuwenden, auf die Construction gewölbter Flächen.

Betrachtet man eine solche als zusammengesetzt aus mehreren, in kleine Winkel zu einander gestellten, ebenen Flächen (siehe Tafel III Fig. 1) so würde sich der Luftkeil bei der mit grosser Geschwindigkeit erfolgenden Horizontalbewegung jeder einzelnen Fläche der Zeichnung entsprechend gestalten.

Aneinandergereiht würde die Figur der Skizze No. 2 entsprechen.

Die von dem vorderen Theil seitwärts gedrängte Luft würde demnach auf den Keil des nachfolgenden Flächentheiles stossen, an demselben anprallend sich verdichten und zusammen mit diesem die Tragfähigkeit des sich solcherart bildenden und über die ganze Länge der zusammengesetzten Fläche sich ausdehnenden Luftkissens erhöhen, jedoch auf Kosten der die Horizontalbewegung verursachenden Kraft, da die nach rückwärts geneigten Theile der zusammengesetzten Fläche sich in drachenartiger Stellung befinden und ein Drachen bekanntlich ohne Absorption von Windeskraft nicht functionirt. Die Fläche abzurunden, statt sie aus vielen ebenen Theilen zusammenzusetzen, ist lediglich eine Constructionserleichterung, ohne besondere weitere Folge.

Der immerhin bestehende, wenn auch an eine sich in der Folge ergebende Gegenleistung gebundene Vortheil bei Anwendung gewölbter, statt ebener Flächen: „Die bessere Ausnutzung des Flächeninhaltes" und die in Folge dieser Erfahrung verschiedenerseits angestellten Versuche in solcher Richtung förderten jedoch zunächst einen Irrthum zu Tage, der heute noch viele Fachleute gefangen hält. Es wurde nämlich von Herrn Professor Wellner in Brünn auf dem benachbarten Spielberge eine leicht gewölbte Fläche in der aus der Zeichnung Tafel IV Fig. 1 ersichtlichen Weise schaukelartig aufgehängt, so dass sie auch bei schwankender Bewegung immer ihre horizontale Lage beibehalten musste, und dem Winde ausgesetzt. Letzterer strich in der Richtung des Pfeiles, also in etwas aufsteigender Bahn und da zeigte es sich nun, dass die Fläche nicht vom Winde zurückgetrieben wurde, sich im Gegentheil demselben entgegenbewegte, (siehe bildliche Darstellung Taf. IV, ausserdem Beilage zur Zeitschrift für Luftschiffahrt, 1893 Heft X).

Diese eigenthümliche Erscheinung wurde lediglich als Consequenz der parabolischen Wölbung der Fläche betrachtet und wäre die logische Folgerung die, dass eine solche horizontalgestellte Fläche einfach einem leicht aufwärts strömenden Winde preisgegeben, nicht nur nicht

sinken, sondern von diesem gehoben werden und sich sogar der Luftströmung entgegenbewegen, also von selbst fliegen müsste.

Die Unmöglichkeit einer solchen Wirkung des Windes auf eine ein gewisses Gewicht besitzende und immerhin einen Körper darstellende gewölbte Fläche liegt jedoch auf der Hand und ist darum der Grund jener Erscheinung des stattfindenden Vortriebes unbedingt wo anders zu suchen.

Sieht man von der Wölbung der Fläche ab und betrachtet solche, wie in der Zeichnung markirt, als eben, so würde der durch das Anströmen der Luft sich bildende Stauhügel die angedeutete Form annehmen und die Resultirende des Luftdruckes sich bei H einstellen.

Letzteres Verhältniss trifft nun auch dann zu, wenn die Fläche nicht ganz eben, sondern leicht gewölbt ist (vergl. v. Lössl „die Luftwiderstandsgesetze"), aber das Luftdruckmittel liegt dann nicht direkt über dem Punkt H, sondern am Endpunkt der den Stauhügel gleichwinkelig halbirenden, der Windrichtung entsprechenden und die Sehne schneidenden Linie, bei d, wird also in Folge der Wölbung, die dadurch stattfindende vortheilhaftere Ausnützung der Flächenausdehnung in der Bewegungsrichtung kennzeichnend, weiter zurückverlegt, wie auch die Dr. Mach'schen Photographien ausweisen, siehe Tafel III, Fig. 4 und 5.

Man sieht dabei den frontalen Lufthügel vor der von strömender Luft getroffenen gewölbten Fläche noch deutlich ausgeprägt, der untere Theil desselben wird jedoch von den nachfolgenden Luftmassen theilweise mitgerissen und dabei gegen das Hintertheil der Fläche gepresst, welche Compression sich, ihr Vorhandensein bestätigend, in augenscheinlicher Weise am Ende der Fläche wieder auflöst.

Wenn nun auch in letzterem Falle die Fläche in einem grösseren Winkel, als bei dem Wellner'schen Experiment angeströmt wird, so bleiben die Verhältnisse doch relativ dieselben und kann weder im einen, noch im anderen Falle von einer vortreibenden Componente des Luftdruckes eine Rede sein.

Dem unbefangenen Beobachter der Wellner'schen Experimente fällt jedoch ein anderer Umstand auf und zwar die ungleichmässige Dicke der aus Holz hergestellten Fläche, deren Vordertheil wesentlich stärker ist und nach hinten zu dünn verläuft.

Der Schwerpunkt derselben kann daher nicht in ihrem Mittelpunkt liegen, sodern muss sich im Vordertheil befinden und zwar, nachdem wir gesehen haben, dass bei gewölbten Flächen die Resultirende des Luftdruckes sich mehr nach der Mitte zuzieht, noch vor derselben d. h. vor dem Mittel des Luftdruckes.

Bei solchem Thatbestand erklärt sich nun jene Erscheinung, dass sich die Fläche dem leicht aufwärts strömenden Winde entgegenbewegte, einfach und natürlich.

Der weniger schwere, hintere Theil wird zuerst vom Winde gehoben, die Fläche selbst dadurch in eine etwas schiefe, nach vorne geneigte Lage versetzt und würde dieselbe nun von der schief aufwärts strömenden Luft, wie ein Boot von einer Wasserwelle, das schwerere Vordertheil voran, in dem Winde entgegenstehender Richtung abgleiten, wenn sie nicht an Drähten aufgehängt wäre.

Mit der Schiefstellung der Fläche wirkt selbstverständlich auch der von unten kommende Luftdruck nicht nur n i c h t mehr nach h i n t e n, sondern n a c h o b e n und dem Neigungswinkel der Ersteren entsprechend, n a c h v o r n e, d i e F l ä c h e „f ä l l t“ g e w i s s e r m a s s e n v o m W i n d e a b und wird theils durch diesen, theils durch die der Flächenneigung entsprechende Schwerkraftcomponente in die sich bei dem Experiment ergebene Position gebracht.

Da der Neigungswinkel der Fläche nur klein zu sein braucht, um solchen Effect zu erzielen, so ist es leicht möglich, dass diess Herrn Professor Wellner entgangen ist, zudem auch die jedenfalls zu Tage getretene Rundung der Aufhängedrähte als vom Winde verursacht angesehen werden konnte.

(Wer mit der Technik der Führung der sogenannten G a f f e l o d e r S t a g s e g e l vertraut ist, wird beim Segeln am Winde einen ganz ähnlichen Vorgang finden.)

Entgegen dieser den thatsächlichen Verhältnissen entsprechenden Erklärung jener Erscheinung wurde das beobachtete Sichheben und Vorwärtsbewegen der aufgehängten Fläche, obgleich eine e b e n e Fläche sich be gleichen Schwerpunktsverhältnissen auch nicht viel anders verhalten haben würde, derart ausschliesslich als Wirkung der Concavität der exponirten Fläche, gegenüber der in kleinem Winkel von unten kommenden Luftströmung angesehen, dass man vielfach annahm, es bedürfe nun weiter nichts als solche Flächen in l e i c h t r ü c k w ä r t s g e n e i g t e r S t e l l u n g mittelst irgend eines Rotationsapparates gegen die Luft zu bewegen, um bei äusserst geringem Arbeitsaufwand genügend Auftrieb zu erhalten und dieselben mit Allem, was drum und dran hängt, in die Luft zu erheben und zum Schweben zu bringen.

(Fortsetzung folgt.)

Studien über das Ballon-Material mit besonderer Hinsicht auf Hinsicht auf das elektrische Verhalten desselben.

Von **H. Bartsch v. Siegsfeld**, Premier-Lieutenant.

V.

Besondere Berücksichtigung erfordert die Lagerungsfähigkeit gefirnisster Stoffe. Bei der Lagerung derselben macht sich Kleben ganz besonders unangenehm bemerkbar. Dasselbe wird um so intensiver auftreten:

1. je höher der Druck ist, welcher auf die betreffenden Schichten ausgeübt wird,
2. je länger die Zeit der Einwirkung,
3. je höher die Temperatur bei derselben gewesen ist.

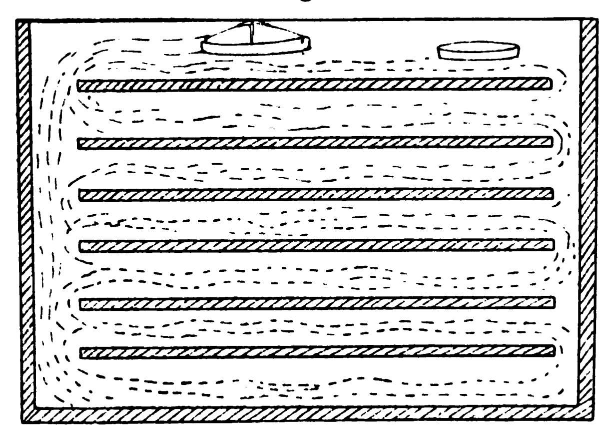
Bei gleicher Temperatur wird man ähnliche Resultate erzielen, wenn man den Stoff eine kurze Zeit höheren Drucken aussetzt, wie wenn man denselben lange Zeit schwach presst.

Auf diese Weise habe ich die Eigenschaften der gefirnissten Hüllen des Ballons „Herder" untersucht.

Es ergab sich, dass für eine Lagerung des Ballons von mehr als ein Jahr die auf die Breite von 1,3 m zusammengelegte Hülle in sieben verschiedenen Rahmen aufgehängt werden musste, welcher jeder für sich die auf ihnen liegende Schicht des Ballons trugen.

Ausserdem ergab sich, dass eine Zwischenlage von Stoff zwischen den sich sonst berührenden Firnissschichten nothwendig wurde. Diese Ermittlungen hatten nur wenige Tage in Anspruch genommen.

Fig. 8.



Der Ballon hielt eine ununterbrochene Lagerung von 11 Monaten in der angegebenen Weise ausgeführt aus, ohne merklich zu kleben.

Diese Art der Ermittlung der Eigenschaften von Firniss-Ballons ist für die Praxis sehr vortheilhaft. Dieselbe gestattet, eine Lagerungsweise des Ballons zu ermitteln, welche einen sehr geringen Raumbedarf erfordert.

Freilich kommt diese Art der Lagerung was Bequemlichkeit betrifft der von gummirten Ballons noch bei weitem nicht gleich. Immerhin macht sie aber die sonst so häufig nothwendigen Revisionen entbehrlich. Eine längere Zeit der Lagerung ist bei diesem Ballon nicht vorgekommen. Zu bemerken ist noch, dass der Ballon bevor diese Aufbewahrungsweise angewendet wurde und Transporte und Lagerung durch einen geübten, sehr erfahrenen Luftschiffer besorgt wurden, eines Tages durch ungeübte Mannschaften beim Auslegen zum Füllen derart zugerichtet wurde, dass die

Füllung nicht stattfinden konnte. Es ist dies ein Beweis, dass der verwendete Firniss grosse Neigung zum Kleben hatte.[1])

Lagerung frisch gefirnisster Ballons.

Wenn grössere Räumlichkeiten zur Lagerung der Ballons nicht verfügbar sind und die Ballons längere Zeit eng zusammengelegt liegen müssen, so kommen mitunter Temperaturerhöhungen vor, welche das Material unbrauchbar machen. Dieselben rühren von chemischen Processen her, welche bei der Verharzung des Firnisses vor sich gehen. Da dieselben im wesentin einer Oxydation beruhen, so können sie eingeleitet werden durch Sauerstoffmengen, welche von aussen dem Firniss zugeführt werden, oder von solchen, welche in Beimischungen enthalten sind.

Den hierdurch charakterisirten Umständen entsprechend sind die zur Anwendung gelangenden Schutzmassregeln wesentlich verschieden.

War der Firniss rein und ohne Siccativbeimischung, so kann man den frisch gefirnissten Ballon unbedenklich in eine Kiste verpacken, vorausgesetzt, dass durch luftdichte Blecheinlagen eine Zufuhr von Sauerstoff aus der Atmosphäre wirksam verhindert wird.

Enthielt dagegen der Firniss sauerstoffreiche Körper, so wird auch bei Ausschluss von Sauerstoff-Zutritt von aussen beim Verpacken des Ballons oder beim Zusammenlegen eine mehr oder weniger beträchtliche Erwärmung stattfinden.

Diesem Vorgange kann nur dadurch vorgebeugt werden, dass man den Ballon möglichst weit ausbreitet.

Diesbezügliche Controlversuche wurden angestellt, indem die luftdicht abgeschlossene Kiste dauernd mit Kohlensäure erfüllt blieb. Trotzdem fand eine nicht unbeträchtliche Erwärmung des Ballons statt. Der Firniss enthielt nur geringe Quantitäten Siccativ, Jahreszeit: Winter. Raum: ungeheizter Saal.

Setzt man dem Firniss soviel Siccativ zu, dass ein vollständiges Trocknen in wenigen Tagen erfolgt, so genügt ein Zusammenpacken des Stoffes von ca. 20 □m auf einen Haufen, um in wenigen Stunden eine derartige Erwärmung hervorzurufen, dass Rauchbildung stattfindet und das Material unbrauchbar wird. Präcisere Daten sind hier absichtlich nicht eingeführt worden, da wohl auf keinem Gebiete der Industrie die Fälschungen von Rohmaterialien in ausgedehnterer und raffinirterer Weise ausgeführt werden, wie auf dem Gebiete der Firnissfabrikation.[2]) Es hält überhaupt ausser-

---

[1]) Der Firniss war geliefert von der Firma Wolf in Frankfurt a. M. Es ist meiner Ansicht nach zweifellos, dass Firniss von der Firma Mack & Co Augsburg sich günstiger verhalten hätte. Eine chemische Untersuchung der Materialien hat nicht stattgefunden.

[2]) vergl. Handbuch der Materialfälschungen.

ordentlich schwer schon ungefälschtes Leinöl zu erhalten. Trotzdem ist dies für die Herstellung eines guten Firnisses von wesentlicher Bedeutung.

Die Feststellung der hier erwähnten Factoren erfordert eine rutinirte Praxis, die einschlägigen Gebiete der organischen Chemie betreffend.

VI.

Um gefirnisste Ballonhüllen vom Dichtungsmaterial zu befreien, wendet man schwache Natronlauge (billig) oder Terpentin bzw. Benzin an. Bei der nöthigen Vorsicht werden selbst ganz ramponirte alte Stoffe fast wie neu.

Es ist rathsam, ältere Ballons auslaugen zu lassen und sie im Gebrauchsfalle neu zu firnissen. Jede gut eingerichtete chemische Waschanstalt führt diese Arbeit schnell und billig aus.

VII.

Die Lichtempfindlichkeit von Caoutchouc.

Fast alle organischen Materialien erfahren durch Lichtstrahlen bei dauernder Einwirkung Veränderungen. Der Caoutchouc, vulkanisirt oder unvulkanisirt verliert hierdurch seine werthvollen Eigenschaften. Exacte Messungen und Bestimmungen liegen hierüber noch nicht vor. Namentlich ist bei den bisher bekannt gewordenen Untersuchungen der gleichzeitige Einfluss des Sauerstoffgehaltes der atmosphärischen Luft meines Wissens nicht festgestellt worden. Für die in neuerer Zeit immer mehr zur Anwendung gelangenden gummirten Stoffe ist die Ermittelung dieser Verhältnisse von grosser Bedeutung, da die Kosten des Materials recht erhebliche sind.

Die Erfahrung hat gelehrt, dass in Messingbehälter eingeschlossene gummirte Stoffe sich über sieben Jahre in äusserlich unverändertem Zustande erhalten haben, während andere gleiche Stoffe vor Licht geschützt, aufbewahrt in Schubfächern in vier bis fünf Jahren unbrauchbar wurden. Obwohl wir über die Art der Lichstrahlen welche hierbei zur Wirkung gelangen noch durchaus im Unklaren sind, namentlich da wir aus einer Anzahl neuerer Versuche schliessen müssen, dass es zur Genüge Strahlengattungen giebt, die der Wahrnehmung durch das Auge und den früher bekannten physikalischen Beobachtungsmethoden entgehen, so können wir nicht ohne Weiteres den Einfluss des Sauerstoffgehaltes der Luft vernachlässigen. Ob nun das Licht allein ohne Vorhandensein des Sauerstoffs, oder ob Sauerstoff ohne Einwirkung des Lichtes den vulkanisirten oder unvulkanisirten Caoutchouc energischer umwandelt, bleibt noch zu ermitteln.

Versuche über die elektrischen Eigenschaften des modernen Ballonmaterials.

Diejenigen Stoffe, welche durch Reibung am stärksten elektrisch werden, sind

+ Glas und Seide
— die Harze.

Beide Materialien, Seide und Gummiharze, sind in dem neuen Ballonmaterial vereinigt, demnach ist zu erwarten, dass Stofftheile, welche gegeneinander reiben, namentlich wenn Seide gegen Gummi in Action tritt, kräftige elektrische Erscheinungen zeigen werden. Die Versuche bestätigen diese Annahmen vollkommen.

Es sollen zunächst einige begleitende Nebenumstände angeführt werden, welche besonders charakteristisch bei Ballons auftreten, und die ganz vorzüglich dazu beitragen, die elektrischen Vorgänge zu einer erstaunlichen Intensität zu entwickeln.

In erster Reihe kommen hier Feuchtigkeitsgehalt der umgebenden Luftmassen sowie deren Temperatur in Betracht.

Es ist Erfahrungsthatsache, dass bei trockener Luft alle Versuche, Reibungselektricität betreffend, ungleich besser gelingen als bei feuchter Luft. In einzelnen Fällen ist bie Grenze sogar eine ausserordentlich scharfe.

So hatte ich z. B. die Gelegenheit zu beobachten, dass eine Holz'sche Influenzmaschine, welche während warmer nebliger Wintertage im Freien oder wenigstens halb im Freien in Function gesetzt werden musste, in ein geeignetes Gehäuse mit Trockenvorrichtung eingeschlossen, bei einem grösseren Feuchtigkeitsgehalt der Luft als 58⁰/₀ nicht in Thätigkeit kam, bei einem geringeren als 56⁰/₀ dagegen stets arbeitete. Es mag dies eine specielle Constante des betreffenden Instrumentes sein. Immerhin zeigt diese Beobachtung welchen entscheidenden Einfluss der Feuchtigkeitsgehalt der Luft auf derartige elektrische Erscheinungen hat. Nebenbei sei bemerkt, dass es gleichgiltig war, ob der Apparat gänzlich verstaubt, oder frisch gereinigt war.

Es ist vielleicht nicht ganz correct, wenn gesagt wird, der „Feuchtigkeitsgehalt der umgebenden Luftmassen."[1]) Bezüglich der Entwickelung von Reibungselektricität ist es vielmehr die Beschaffenheit der Oberfläche der zu elektrisirenden Körper, welche die Hauptrolle bei diesem Vorgange spielt. Für Elektricität von so hoher Spannung wie die der Reibungselektricität, ist die geringste Spur von Feuchtigkeit an der Oberfläche der Körper, auch wenn dieselben als solche vollkommene Isolatoren sind, ausreichend, die erzeugten Elektricitätsmengen schnell weiter zu leiten.

So sind manche Glassorten, welche leicht Feuchtigkeit aus der Luft auf hrer Oberfläche condensiren, nur dann Isolatoren, wenn sie kurz vor dem Versuch über der Flamme erwärmt wurden. Alle Körper, welche nur im geringsten hygroskopisch sind, sind als Isolatoren unbrauchbar.

Von allen bekannten Körpern am wenigsten hygroskopisch sind die Harze. Diese lassen deshalb auch die Erscheinungen der Reibungselektricität selbst unter verhältnissmässig ungünstigen Umständen am besten hervortreten.

---

[1]) Seiner Zeit habe ich experimentell nachgewiesen, dass mit Feuchtigkeit vollkommen gesättigte, nebelerfüllte Luft als vollkommener Isolator wirkt.

Je höher die Temperatur der umgebenden Luftmassen, desto grösser ist die Wassermenge, welche nöthig ist, um einen bestimmten Sättigungsgrad der Luft zu erzielen. Aendert z. B. ein und dieselbe Luftmasse ihre Temperatur, so wird dieselbe im allgemeinen um so trockener sein, je höher die Temperatur ist. Diese Art der Temperaturveränderung ist nun für das Ballongas charakteristisch, besonders bei der Landung. Beim Abstieg des Ballons ändert die Luft bzw. das Ballongas seine Temperatur nahezu adiabatisch, durch die Compression steigt die Temperatur, die relative Feuchtigkeit sinkt, das Gas ist bei der Landung im allgemeinen sehr trocken.

Hierzu kommt, dass das Ballongas fast immer sehr stark getrocknet zur Füllung gelangt, besonders das Wasserstoffgas ist durch den Chlorcalcium-Trockenapparat, noch mehr aber durch die hohe Compression in den Stahlbehältern ausserordentlich scharf getrocknet.

Hieraus erhellt, dass die Beschaffenheit des Ballongases, seinem Feuchtigkeitsgehalt nach, der Entwicklung von Reibungselektricität in der grössten Mehrzahl der Fälle nur günstig ist.

Hierzu kommt noch bei sonnigen Tagen die sehr starke Erwärmung des Ballongases. Nach einer diesbezüglichen Messung betrug die Temperatur des Ballongases in der oberen Hälfte (19. 6. 89. Ballon „Herder“ ab München; Brug, v. Siegsfeld) einige fünfzig Grad über Null, Lufttemperatur $+ 6^0$ C.

Zusammenfassend lässt sich sagen: elektrische Versuche mit Ballonstoff sollen bei hoher Temperatur und geringem Feuchtigkeitsgehalt der Luft unter vollkommenem Ausschluss jeder irgendwie hygroskopischen Verunreinigung der Oberfläche der zu untersuchenden Stoffe stattfinden.

Ein weiterer Umstand, welcher die Entwicklung hoher Spannungen begünstigt, liegt in den sehr grossen Flächen isolirenden Materials, welche zur Action kommen. Die Schlagweite der Funken von Elektrisirmaschinen wächst nahezu proportional dem Scheibendurchmesser. So immense Flächen wie sie der Ballon darbietet, kommen auch nicht annähernd bei irgend einer bis jetzt ausgeführten Elektrisirmaschine vor.

Hiernach liegt die Möglichkeit vor, dass ein Conductor, welcher mit einer elektrisirten Ballonstofffläche in geeignete Berührung kommt, sich in einer solchen Weise ladet, dass er, entsprechende Oberflächenbeschaffenheit vorausgesetzt, in der Lage ist, Funken von hoher Schlagweite zu liefern. Es sollten also diesbezügliche Versuche mit möglichst grossen Stoffflächen angestellt werden.

Als leitender Gesichtspunkt für die folgenden Versuche trat ferner die Ueberlegung auf, dass es im vorliegenden Falle darauf ankam, die zunächst liegenden Möglichkeiten einer Funkenbildung von gefährlicher Intensität aufzusuchen, im Versuch darzustellen und damit den Weg zu zeigen, wie diese in der Praxis unbedingt vermieden werden kann.

Zur Zeit sind wir noch nicht in der Lage, Mass und Zahl, Spannung, Quantität und anderweitige begleitende Nebenumstände von elektri-

schen Entladungen zu charakterisiren, welche im Stande sind, explosive Gasmischung zu entzünden. Es fehlt hier durchaus an detaillirten planmässigen Untersuchungen.

Soviel lässt sich aus den bisherigen Erfahrungen, namentlich aus dem Gebiete des Gasmotorenbaues, feststellen, dass nicht die hohe Spannung der elektrischen Entladungen, als vielmehr die Quantität derselben auf eine sichere Zündung von Gasgemischen günstig einwirkt, und namentlich der Umstand, dass mit dem Funken Metalltheile in glühendem bzw. vergastem Zustande mitgerissen werden.

Wiederholt habe ich die Beobachtung gemacht, dass Funken von einem kleinen Bruchtheil eines Millimeters Schlagweite, aber starker Intensität, explosive Mischungen zündeten, während schwache Funken von mehr als 10 mm dies nicht vermochten. Es soll dies nur zum Beweise des oben Gesagten dienen, dass in der erwähnten Beziehung Unterschiede in der Beschaffenheit des Funkens von erheblichem Einfluss sind. Häufig habe ich auch wahrgenommen, dass eine grosse Anzahl von Funken schwacher Intensität die Gasmischung nicht zündeten, schliesslich aber doch einmal Zündung eintrat.

Mag dies nun seinen Grund darin gehabt haben, dass der Funken unterwegs ein Stäubchen angetroffen hat, welches er ins Glühen versetzte oder mag dieser Umstand auf sonst welche Ursache zurückzuführen sein; jedenfalls scheint unter Umständen selbst ein sehr schwacher Funken die Entzündung hervorrufen zu können. Es ist wohl kaum zweifelhaft, dass systematisch sachgemäss angestellte Untersuchungen hierüber ausreichende Klarheit werden verschaffen können. (Schluss folgt)

W. de Fonvielle, Sécrétaire de la Commission Internationale d'Aéronautique: **Les Ballons-Sondes de MM. Hermite et Besançon et les ascensions internationales.** Paris 1898, Gauthier-Villars et fils.

Unter obigem Titel ist ein Büchlein von 112 Seiten Inhalt aus der Feder des wegen seiner Vielseitigkeit und wegen seines eleganten und geistvollen Stils weit über die Grenzen seines Vaterlandes hinaus beliebten Schriftstellers W. de Fonvielle, der mit Recht in der Vorrede von A. Bouquet de la Grye ein „écrivain de mérite qui est du métier" genannt wird, erschienen, welches die bekannten Versuche von G. Hermite und G. Besançon in Paris und die hieran sich anschliessenden ähnlichen im Auslande zu einem interessanten und lehrreichen Gesammtbilde vereinigt. In dem ersten Abschnitt „En France" wird geschildert, wie sich aus den schon seit langer Zeit ausgeführten Aufstiegen kleiner Pilotballons, „ballons perdus" genannt, der Plan entwickelte, solche mit selbstregistrirenden Instrumenten zu versehen, dessen Ausführung natürlich erst näher getreten werden konnte, als der bekannte Constructeur Richard seine leichten und billigen, dabei verhältnissmässig zuverlässigen Registrirapparate verfertigte. Gustave Hermite, ein Neffe des gleichnamigen berühmten Mathematikers, und Georges Besançon, welcher zuerst wohl den Plan Andrées verfolgt hat, den Nordpol mittels eines Luftballons zu erreichen, begannen seit dem Jahre 1892 ihre Vorversuche, indem sie von dem Balkon ihrer Wohnung am Boulevard de Sébastopol aus fast täglich kleine, nur 1 cbm fassende Ballons

mit Fragekarten aufsteigen liessen und dabei neben interessanten Resultaten über die Richtung und Stärke der oberen Luftströmungen die wichtige Erfahrung machten, dass wenigstens die Hälfte der Ballons in einem Umkreise von 150 km wiedergefunden wurde. Hierdurch ermuthigt, füllten sie grössere aus petroleumgetränktem Papier hergestellte Ballons von 118 und 26 cbm, welchen sie einen primitiven Registrir-Apparat für den Luftdruck und die Temperatur-Extreme anvertrauten. Nach mehrfachen Misserfolgen gelang es ihnen, am 11. October 1892 einen aus Goldschlägerhaut gefertigten Ballon von 90 cm Durchmesser, also kaum 0,5 cbm Inhalt, mit einem 150 gr schweren Registrirapparate bis zur Höhe von 1200 m steigen zu lassen, wobei der Ballon eine Strecke von 75 km nach Ost zu zurücklegte. Weitere Versuche mit Ballons von 4—5 cbm Inhalt folgten nun in kurzer Zeit, wobei am 28. November eine Höhe von 9000 m erreicht wurde; in 7600 m Höhe wurde eine Temperatur von — 10°, in 8200 m Höhe von — 18° und in 6600 m eine solche von — 19° gefunden. Man wurde hierbei bald auf die wichtige Einwirkung der Wärmestrahlung aufmerksam, welche durch Erwärmung der Ballonhülle, und dadurch auch des Gases, die Ballons in höhere Schichten trieb, als sie nach ihrer Grösse und ihrem Gewicht hätten erreichen können. In Folge dessen entschlossen sich die beiden unermüdlichen Forscher, an Stelle des bisher bevorzugten Papiers die zwar theureren, aber ausserordentlich leichten und erheblich mehr Wärmestrahlen absorbirenden Goldschlägerhäutchen in Verwendung zu nehmen: so entstand der erste, 118 cbm fassende, aus Goldschlägerhaut verfertigte Ballon „l'Aérophile", dessen Hülle nur 11 kg, Netz 1 kg und Apparate 6 kg wogen — ohne Zweifel ein Muster an Leichtigkeit, welches nicht zu übertreffen ist. Am 21. März 1893 erfolgte dessen erster Aufstieg, bei welchem 15000 m „rohe" Höhe und eine Temperatur von —51° erreicht wurde, am 27. September 1893 ein fernerer, nach welchem er bei der Landung verbrannte. Weitere Auffahrten mit dem 180 cbm fassenden neuen Ballon „l'Aérophile II" fanden statt am 20. October 1895 und 22. März 1896, bei deren erster eine Temperatur von —70° in 15500 m gefunden wurde.[1] Am 5. August 1896 stieg ein neuer Ballon „l'Aérophile III", aus gefirnisster Seide mit 880 cbm Inhalt erbaut, am 14. November derselbe zum ersten Mal gleichzeitig mit ähnlichen Ballons in Strassburg, St. Petersburg und Berlin, wonach die ferneren internationalen Auffahrten vom 18. Februar und 13. Mai 1897 erfolgten. Wenn man die an dem letztgenannten Tage versuchten, aber gänzlich missglückten Auffahrten zweier kleinerer Ballons in Paris ausser Betracht lässt, erfolgten demnach in Frankreich bisher 8 Auffahrten von Ballons sondes.

Im zweiten Capitel, betitelt: „À l'étranger", wird zunächst erörtert, wie die Deutsche Regierung, richtiger gesagt, der Deutsche Kaiser, die wissenschaftliche Luftschiffahrt unterstützt. An Stelle des bei diesen Experimenten allein genannten Hrn. Hauptmann Mödebeck, welcher, weil von Berlin abwesend und mit der Luftschiffahrt praktisch nicht beschäftigt, ohne jede Beziehung mit den wissenschaftlichen Ballonfahrten in Berlin geblieben ist, hätte hier Hr. Hauptmann Gross genannt werden müssen, ohne dessen opferwillige und aëronautisch wie meteorologisch geschulte unermüdliche Antheilnahme es niemals gelungen sein würde, das zu erreichen, was erreicht worden ist. Hieran anschliessend werden die an anderen Orten erfolgten analogen Experimente erörtert. Es soll gewiss keine Schmälerung des unbestreitbaren Ver-

[1]) Wie schon wiederholt bemerkt, sind alle von den französischen Forschern angegebenen Höhen „rohe", d. h. ohne Berücksichtigung des Einflusses der Temperatur ermittelte; die wahren Höhen bleiben deshalb um 1000—1500 m hinter den „rohen" zurück. Der wissenschaftliche Charakter dieser Ballonfahrten, sowie die Vergleichbarkeit mit den anderswo ausgeführten rechtfertigen den schon wiederholt ausgesprochenen Wunsch, ausschliesslich die „wahren" Höhen zu Grunde zu legen.

dienstes der Franzosen auf diesem Gebiete bedeuten, wenn wir an dieser Stelle einige Irrthümer richtig stellen, welche dem Herrn Verfasser hierbei in Folge unzureichender Information untergelaufen sind. Bei der voraussichtlich grossen Verbreitung des interessanten Buches von Herrn de Fonvielle erscheint es uns aber geboten, einer „Legendenbildung“ vorzubeugen, welche, wie bekannt, gar zu leicht eintritt, wenn Irrthümer unwiderlegt bleiben, welche von einer autoritativen Stelle ausgehen. Der Herr Verfasser möge deshalb das Folgende ausschliesslich unter diesem Gesichtspunkte beurtheilen.

Allem Anschein nach hat sich eine gewissermassen „nationale“ Meinungsverschiedenheit über die Vorzüge der „gefirnissten“ und der „gummirten“ Ballons auf Grund der in Frankreich und Deutschland gemachten Erfahrungen herausgebildet, welcher auch der Herr Verfasser dadurch Ausdruck giebt, dass er grundsätzlich alle aus ganz anderen Veranlassungen eingetretenen Misserfolge unserer Versuche auf das Material, auf den Kautschuk zurückführt. Wenn er z. B. auf S. 88 sagt, dass der „Cirrus“ am 14. November 1896 aus dem Grunde keine beträchtliche Höhe erreicht habe, weil „l'étoffe caoutchoutée n'etait pas imperméable: racornie et fissurée par le froid, elle ne tenait point l'hydrogène“, so ist das ein handgreiflicher Irrthum, denn der Ballon Cirrus war ein gefirnisster Seidenballon und seine Undichtheit hatte allein ihren Grund in der ausserordentlich starken vorgängigen Beanspruchung. Unter dem Namen „Bremse“ hatte er nämlich als Militär-Fesselballon bei den Uebungen auf Helgoland wiederholt das Salzwasser der Nordsee kosten müssen, besonders aber dürfte er durch die von ihm vorher ausgeführten 6 Auffahrten zu den grössten bisher überhaupt erreichten Höhen gelitten haben, von denen 4 16000 m überschritten und eine sich über 21000 m — notabene „wahrer“ Höhe — erstreckte. Auch ein gefirnisster Ballon wird allmählich „altersschwach“ und thatsächlich hat noch kein französischer Ballon sonde eine solche Reihe von Aufstiegen ertragen! Dass aber die Kautschuck-Dichtung der Ballons, wenigstens was deutsche Fabrikate anlangt, die Concurrenz mit den Firnissen jeder Art aufnehmen kann, geht daraus hervor, dass der 2600 cbm grosse „gummirte“ Ballon „Phönix“ trotz 29 bis zu den grössten Höhen — 9150 m — ausgeführten wissenschaftlichen Fahrten, bei welchen er oft viele Stunden lang Temperaturen unter —30°, ja bis —48° auszuhalten gehabt hat, heute noch, nach $4^1/_2$ Jahren, in seinem Stoff unverändert und vollständig gebrauchsfähig ist; ein anderer gummirter Ballon hat 78 Fahrten ausgeführt und wird noch immer weiter verwendet! Im Interesse der Wahrheit würde es uns lieb sein, wenn unsere geschätzten Mitarbeiter am gemeinsamen Werke jenseits des Rheins von dieser Richtigstellung endlich Kenntniss nehmen wollten

Unerheblich sind einige Irrthümer des Herrn Verfassers, welcher auf S. 88 den ersten missglückten Versuch mit dem „Cirrus“ auf den 11. März, statt 11. Mai 1894 verlegt, auf S. 89 die Auffahrt am 6. September in Tempelhof, statt in Charlottenburg erfolgen lässt. Nicht unwidersprochen aber darf die Notiz bleiben, dass am letztgenannten Tage der „Phönix“ nur eine Höhe von 8845 m erreicht habe, während thatsächlich in der Maximalhöhe von 6190 m (849.0 mm Luftdruck) eine Temperatur von —26° gefunden wurde. Zu der auf derselben Seite gegebenen Notiz, dass Herr Berson bei seiner berühmten Hochfahrt am 4. December 1894 das vom Verfasser im Jahre 1869 in seinem Werke „Science en Ballon“ vorgeschlagene Verfahren der Sauerstoff-Einathmung gebraucht habe, ist zu bemerken, dass nicht, wie bei der unheilvollen Hochfahrt von Tissandier, Crocé-Spinelli und Sivel, Sauerstoff in Gummisäcken, mit atmosphärischer Luft gemischt, sondern comprimirtes reines Sauerstoffgas in einem 1 cbm fassenden Stahlcylinder mitgeführt worden ist. Als der „Vater der Idee“, Sauerstoff bei Hochfahrten zu verwenden, galt uns bisher der berühmte Paul Bert, doch lassen wir uns gern belehren. Irrthümlich ist ferner die Beschreibung des bei unseren „Cirrus“-Fahrten verwandten photographischen Registrir-

Apparates: die Angabe des Zweckes der photographischen Registrirung, „um Temperaturen ohne Benutzung einer Vidi'schen Dose zu erhalten", ist uns nicht ganz verständlich; offenbar übersieht Herr de Fonvielle den Zweck des Apparates, welcher in der Verwendung des vom Schreiber dieser Zeilen eingeführten Aspirations-Princips beruht, welches unbestrittenermassen eine neue Aera in der wissenschaftlichen Luftschiffahrt zustande gebracht hat. Dass die Methode der photographischen Registrirung in Folge des bei den ersten Versuchen der Herrn Hermite und Besançon eingetretenen Einfrierens der Registrirtinte gewählt wurde, konnte Herr de Fonvielle allerdings nicht wissen, dass dieselbe aber allen anderen, auch der sonst so vorzüglichen „Russschreibung", soweit es sich um Experimente bei Tageslicht handelt, erheblich überlegen ist, werden wir demnächst ausführlich beweisen, indem wir zeigen, wie stark bei der letzteren durch ein kleines Uebermass von Reibung des Schreibstiftes auf dem Papier die Werthe der Registrirungen beeinflusst werden können, während gewiss zugegeben werden muss, dass das Licht weder einfrieren noch Reibung erzeugen kann. Ungenau ist auch die Angabe, dass die Registrirung in derselben Weise erfolgt, wie in Kew und Greenwich, ebenso wie bei den analogen französischen Versuchen: bei unserem Apparat erfolgt mittels eines Steinheil'schen Antiplanet-Objectivs eine fortlaufende photographische Aufnahme des Standes der Alkoholsäule im Thermometer und des reibungslos sich bewegenden Hebels eines Bourdon'schen Barometers; die vielfach wundervoll scharfen Bilder unserer Registrirungen sind nach der vom Verfasser angegebenen Methode nicht zu erzielen.

Interessant ist uns die Notiz des Herrn de Fonvielle, dass, wie auf S. 79 angekündigt wird, kein Geringerer als Herr Bouquet de la Grye den Plan gefasst hat, die „Richtigkeit der Laplace'schen Höhenformel auf photographischem Wege zu controlliren". Es kann uns nur schmeichelhaft sein, mit diesem grossen Gelehrten gleichzeitig unser Augenmerk auf diese, bei uns als photogrammetrische Höhenmessung bezeichnete Methode gerichtet zu haben. Thatsächlich ist auf Veranlassung des Schreibers dieser Zeilen vor länger als einem halben Jahre ein solcher Apparat bei der bekannten Firma R. Fuess in Steglitz in Auftrag gegeben worden und sind die bisher mit demselben nach seiner Fertigstellung vorgenommenen Versuche durchaus zufriedenstellend ausgefallen. Es wird uns sehr interessiren, zu erfahren, wie die von den Herren Cailletet und Gaumont construirten Apparate functioniren [1]). Ob sich die erhaltenen Bilder bei der doch immerhin verhältnissmässig geringfügigen Höhe auf die Eigenthümlichkeiten des Aussehens der Marsoberfläche, wie Herr de Fonvielle wohl etwas sanguinisch annimmt, beziehen lassen werden, ist für unseren Zweck weniger wichtig, als die Thatsache, dass man unter günstigen Verhältnissen aus der gleichzeitigen Aufnahme einiger weit von einander entfernten markanten Objecte der Erdoberfläche, wie grosse Seen und Flussläufe, unschwer die Höhe, sicher aber den zurückgelegten Weg des unbemannten Ballons bestimmen kann, da wir bisher von unseren Ballons sondes nur den Aufstieg- und Landungsort kennen, aber nicht wissen, ob dieselben nicht auf verschlungenen Bahnen, deren Kenntniss von der allergrössten theoretischen Bedeutung für die Meteorologie sein müsste, ihr Ziel erreicht haben. Auf diesen Zweck eines solchen Apparates hat Herr de Fonvielle allerdings nicht hingewiesen, aber er scheint uns wichtiger zu sein als der erstgenannte und dürfte auch in vollkommenerer Weise als mit dem sehr ingeniös erdachten „Dromographen" des Herrn Hermite zu erreichen sein, welcher auf S. 80 beschrieben wird.

Wenn Herr de Fonvielle auf S. 41 weiter ausführt, dass die Auffahrt des „Cirrus" am 4. December 1894 keine Resultate ergeben hat, so hat er darin leider Recht —

[1]) Ein erster inzwischen erfolgter Versuch ist ziemlich zufriedenstellend ausgefallen.

nicht aber darin, dass der Grund hierfür in dem Functioniren der Apparate, oder darin gelegen hat, dass der Ballon, wie er annimmt, nur geringe Höhe erreicht hat. Derselbe ist vielmehr, soweit sich bei dem äusserst klaren Wetter feststellen liess, sogar ausserordendlich hoch gestiegen, vielleicht sogar höher als bei irgend einer anderen Auffahrt; dass derselbe nach $2^3/_4$ Stunden schon wieder, und zwar in nicht zu grosser Entfernung landete, hatte seinen Grund darin, dass ein Apparat, welcher bestimmt war, 2 Stunden nach dem Aufstieg ein kleines, im oberen Theile des Ballons angebrachtes Ventil zu öffnen, gut functionirt hat. Die erheblichen Kosten, welche die Aufsuchung und der Rücktransport des Ballons von Bosnien und Russland her verursacht hatten, sowie die Thatsache, dass der viele Stunden lang währende Aufenthalt des Ballons in den höchsten Schichten der Atmosphäre nach Erreichung seiner Gleichgewichtslage keine wissenschaftlichen Vortheile darbot, liessen es uns wünschenswerth erscheinen, die Fahrt etwas abzukürzen, zumal wenn die Richtung nach der Ostsee zu die Gefahr eines Verlustes des Ballons nahe legte. Das Fehlen der Resultate dieser Fahrt aber ist einem jener tückischen Zufälle zu verdanken, welche gerade dann, wenn alle anderen Schwierigkeiten glücklich überwunden und unsere Erwartungen demnach besonders hochgespannt sind, uns der Früchte unserer Arbeit zu berauben pflegen. Hier lag dieser Fall vor: Herr Berson flog, in Stassfurt um 10 h 28 m a. m. mit reinem Wasserstoffgas ohne Begleiter aufgestiegen, in den höchsten bisher von einem Menschen erreichten Regionen und musste aller Wahrscheinlichkeit nach, wenn auch nicht direct über Berlin, so doch nicht allzuweit davon entfernt passiren, Herr Dr. Süring war um 10 h 17m mit dem „Majestic“ in Charlottenburg aufgestiegen und hatte einen ähnlichen Kurs eingeschlagen, auf welchem er die Höhe von 8344 m erreichte. Da sollte nun der „Cirrus“ die beiden mit den besten Instrumenten ausgerüsteten, mit unseren erfahrensten Ballon-Beobachtern besetzten Ballons um ebensoviel überfliegen, als deren Höhenunterschied, fast 6000 m, betrug — eine Gelegenheit zu „synoptischen“ Beobachtungen im verticalen Sinne, wie sie so leicht nicht wieder geboten wird! Und alles war geglückt, der „Cirrus“ mit unverletzten und deshalb allen Nachprüfungen unterwerfbaren Apparaten aufgefunden — da passirte dem mit der Bedienung des photographischen Registrir-Apparats am meisten vertrauten Mechaniker, welcher alle bisherigen Registrirungen tadellos „entwickelt“ hatte, dass unerhörte Missgeschick, dass er, im rothen Lichte der Dunkelkammer die bereitstehenden Schalen verwechselnd, das Bromsilber-Gelatine-Papier zuerst in die Fixirlösung, statt in den „Entwickler“ legte, sodass an Stelle der mit Spannung erwarteten Curven über Luftdruck und Temperatur nur das unverändert weisse Registrirpapier aus dem Bade hervorging! „Les indications scientifiques constatées furent donc nulles“ sagt Herr de Fonvielle mit Recht, aber der Grund hierfür lag auf einem anderen Gebiete! Ebenso berechtigt ist die Klage des Verfassers in der Fussnote an derselben Stelle, dass die Curven, welche der Apparat des „Cirrus“ bei seinen höchsten Fahrten gezeichnet hat, noch nicht veröffentlicht worden sind; dieselben sollten dem z. Z. in Druck befindlichen, unsere sämmtlichen wissenschaftlichen Fahrten zusammenfassenden grossen „Ballonwerke“ vorbehalten bleiben. Doch würden wir, falls wir von der beabsichtigten Publicationen des Herrn Verfassers Kenntniss gehabt hätten, mit Vergnügen ihm dieselben zur Verfügung gestellt haben. Uebrigens hat diese Anregung des Herrn Verfassers genügt, um uns zu dem Entschlusse zu bringen, diese Registrirungen nunmehr binnen kurzem in dieser Zeitschrift vor dem Ballonwerk zu veröffentlichen.

Nachdem folgte, was Herrn de Fonvielle nicht wohl bekannt sein konnte, die Auffahrt vom 27. April 1895, bei welcher die grösste aller bisherigen Höhen, rund 22000 m erreicht wurde und der „Cirrus“ auf der dänischen Insel Laaland niederfiel, sowie eine weitere am 22. August 1895, bei welcher absichtlich auf eine grosse Höhe verzichtet wurde, um ein neues Experiment auszuführen, sodass der „Cirrus“

nur 12500 m Höhe und eine Minimaltemperatur von — 42° erreichte und er in Folge des oben genannten Mechanismus zur Abkürzung der Fahrt nach $2^1/_2$ Stunden bei Briesen, nahe bei Frankfurt a. Oder, landete. Daran schlossen sich nun die internationalen Fahrten vom 14. November 1896 und 18. Februar 1897, bei deren erster der alte und wohlbewährte „Cirrus“ versagte und sein Ende in den Bäumen des Grunewalds fand, aus deren Aesten er nur in Fetzen zu befreien war. Nun erst trat der neue „gummirte Seidenballon“ Cirrus II in Thätigkeit, dessen geringe Erfolge, wie wir an anderer Stelle nachweisen werden, nicht in dem „Kautschuk“ zu suchen sind, sondern ganz andere Gründe hatten. Uebrigens erreichte der „gummirte“ Feldballon, welcher, 280 kg schwer, an Stelle des beim Aufstieg geplatzten „Cirrus II“ am 18. Februar aufstieg, die für sein Gewicht recht respectable Höhe von 9000 m und brachte eine Temperatur-Notirung von — 42° mit herab. Am 14. April stieg abermals der „Cirrus II“ auf, um ausserhalb der internationalen Fahrten neue Versuche, unter diesen solche mit „ausfliessendem Ballast“, anzustellen, wobei er, obwohl auch hierbei nicht alles glückte, die „wahre“ Höhe von 14700 m und eine Temperatur von — 58° erreichte. Nach $4^1/_4$ Stunden landete, oder besser gesagt „sumpfte“ er in der Nähe von Görlitz, denn er schleifte etwa 800 m weit mit allen Apparaten durch einen sumpfigen See, wodurch die Registrirungen arg verunreinigt wurden. Die photographischen Aufzeichnungen aber blieben hierbei, abgesehen von einigen Flecken, völlig intact! Am 18. Mai endlich wurde der „Cirrus II“, mit „ausfliessendem Ballast“ und der von Herrn Kowanko liebenswürdiger Weise übersandten Abfall-Vorrichtung versehen, unter erschwerenden äusseren Umständen aufgelassen, wobei er in etwa 8000 m Höhe bei dem Abfallen des Ballastsackes ein Loch im unteren Drittel erhielt, damit zwar noch bis zu 8000 m aufstieg, aber schon nach $2^1/_4$ stündiger Fahrt im Oderbruch landete. Wahrscheinlich in Folge der bei der letzten Auffahrt eingetretenen Verschmutzung und dadurch hervorgerufenen Rostbildung an den Axen blieben die Uhrwerke beider mitgeführten Apparate nach 41 Minuten stehen, sodass nur über eine kurze Strecke der Flugbahn Aufzeichnungen erhalten wurden.

So liegen bis jetzt 10 Auffahrten unserer Registrirballons vor, von denen einer indess die Ergebnisse, wie oben angeführt, verloren gegangen sind.

Im 8. Capitel „Théorie de l'ascension d'un ballon sonde“ stellt Herr de Fonvielle die bekannten Formeln und Gesetze über die von einem Ballon erreichbare Höhe und dessen Construction in Bezug auf Grösse und Widerstandsfähigkeit sowie Gasdichtigkeit zusammen, wobei abermals die Ansicht über die Minderwerthigkeit des „etoffe caoutchoutée“ ausführlich zur Erörterung kommt. Die Gründe, weshalb Herr Andrée die deutschen Ballonstoffe in Bezug auf Gasdichtigkeit ebenso mittelmässig wie in ihrer Widerstandsfähigkeit gefunden haben soll, lagen auf einem ganz anderen Gebiete, dessen nähere Beleuchtung hier nicht am Platze ist. Thatsache ist, wie jeder weiss, dass der gefirnisste Ballonstoff des Andrée'schen Polarballons durchaus nicht den von seinen Fabrikanten garantirten Erwartungen entsprochen hat, aus welchem Grunde Herr Nils Ekholm seine Betheiligung an der Fahrt, wie bekannt, aufgegeben hat. Das seitens des Herrn de Fonvielle aber als Beweis angeführte Beispiel, „dass die Herren Hergesell und Mödebeck in Strassburg“ — irrthümlicher Weise wird der verdienstvolle Leiter der Strassburger Experimente v. Hergesell genannt, — nur „gefirnisste Stoffe für ihre Fahrten verwendet und niemals Zerreissungen derselben erlebt hätten, wird dadurch entkräftet, dass der neu beschaffte Registrirballon „Langenburg“, welcher bei seiner letzten Fahrt eine sehr grosse Höhe erreicht hat und nach 18stündiger Fahrt in Ostpreussen gelandet ist, ein „gummirter Seidenballon“ aus der Continental Caoutchouc- und Guttapercha-Compagnie in Hannover war, und zwar in Stoff und Grösse völlig analog unserem „Cirrus II“.

So bleibt zur Erklärung der „mangelhaften Erfolge" der Berliner Experimente nur noch die Ungeschicklichkeit oder ungenügende Erfahrung der dortigen Veranstalter übrig und der Herr Verfasser ist so liebenswürdig, dem Monsieur Assmann hierüber eine ausführliche Belehrung zu ertheilen. Weit entfernt davon, Herrn de Fonvielle hierüber zu zürnen, möchte der Schreiber dieser Zeilen nur darauf aufmerksam machen, dass er bisher ebenso oft, wie die Herren Hermite und Besançon d. h. 8 mal seine Ballons sondes in die Höhe gebracht hat, ohne dass dieselben beim Aufstieg zerrissen. Die Misserfolge der zwei übrigen Fahrten hatten mit der mangelnden Erfahrung absolut nichts zu thun, wie an anderer Stelle eingehend ausgeführt werden wird. Hier genüge die Angabe, dass bei dem ersten Versuche am 11. Mai 1894 ein kleiner Greifanker, welcher die Selbstentleerung des Ballons bei der Landung zu bewirken bestimmt war, indem er, 20 m unterhalb desselben an der „Zerreissleine" hängend, an der Erdoberfläche festgehalten, den Ballon ausgiebig öffnen sollte, in Folge des unruhigen, böigen Wetters beim Aufstieg vorzeitig in Wirksamkeit trat, indem er an einem Gegenstande der Erdoberfläche für einen Augenblick hängen blieb und so die Zerreissvorrichtung zur Wirkung brachte. Der zweite Misserfolg aber wurde dadurch veranlasst, dass der neue „Cirrus II" in allen seinen Theilen mit der äussersten zulässigen Leichtigkeit, dabei mit einem Netz von nur 2,5 kg Gewicht construirt worden war und deshalb für die erste Auffahrt mit Leuchtgas gefüllt werden sollte, dessen Auftrieb von 0,7 kg pro Cubikmeter, — bei seinem Inhalt von 400 cbm also im Ganzen 280 kg, abzüglich des Gewichtes von Ballon 30 kg und Apparaten 15 kg = 235 kg, — das schwache Netz wohl aushalten konnte. Durch besondere Umstände indess, welche hier nicht zu erörtern sind, wurde in letzter Stunde eine Füllung mit elektrolytisch erzeugtem Wasserstoffgas vorgenommen, dessen Auftrieb bei seiner unübertrefflichen Reinheit 1,1 kg pro Cubikmeter überstieg. Als der Ballon etwa mit 250 cbm dieses Gases gefüllt war, begann dass Netz, zumal ein etwas böiger Wind mitwirkte, an einzelnen Stellen zu zerreissen, sodass man, um ein weiteres Unglück zu verhüten, die Füllung beendigen und, da wegen des Eintreffens der hohen Gäste eine Entleerung und Neufüllung mit Leuchtgas nicht mehr ausführbar war, den kaum zu $^2/_3$ seines Volums gefüllten Ballon „auf gut Glück" aufsteigen lassen musste. Der Veranstalter hat also durchaus nicht, wie Herr de Fonvielle schreibt, „l'habitude de ne pas gonfler complètement son ballon-sonde," sondern er war nur in dem genannten Falle hierzu gezwungen gewesen.

Die weiterhin gegebenen Anweisungen für die Fesselung und Entfesselung der Registrirballons, welche die Herren Hermite und Besançon erdacht und uns in liebenswürdigster Weise schon vor längerer Zeit brieflich mitgetheilt haben, sind so zweckentsprechend und sachgemäss, dass wir nicht gezögert haben, dieselben bei allen unseren späteren Aufstiegen ohne weiteres anzuwenden, da wir der Meinung sind, es sei völlig gleichgültig, w e r eine Einrichtung erfunden hat, wenn sie nur ihren Zweck erfüllt!

Nach einer auch für Nichtfachmänner recht verständlichen Darstellung der Laplace'schen Höhenformel, wobei erfreulicher Weise auch unser bisheriges „pium desiderium", die Temperatur-Correction, zu ihrem Rechte gelangt, kommt der Herr Verfasser abermals in ausführlicher Weise auf die Sonnenstrahlung und ihren Einfluss auf die Temperatur des Ballongases zu sprechen. Hierzu sei bemerkt, dass bei der ersten unserer „wissenschaftlichen Ballonfahrten" am 23. Juni 1888 durch Herrn von Siegsfeld mittels eines ad hoc construirten Apparates in einer Höhe von 2475 m ein Temperatur-Ueberschuss des Ballongases über die Temperatur der äusseren Luft von 56° constatirt worden ist. Der naheliegende Vorschlag, einen Ballon mit s c h w a r z e r O b e r f l ä c h e herzustellen, um die grösstmögliche Absorption der strahlenden Sonnenwärme zu erzielen, hat, wie angegeben wird, die

russischen Mitglieder des Comité aéronautique international veranlasst, einen solchen Ballon in Paris zu bestellen; in der Ausführung hat derselbe indess nur eine braune Farbe erhalten. Ueber die mit demselben erzielten Resultate ist uns noch nichts bekannt geworden.

Nach interessanten Mittheilungen über die mit einer bewundernswerthen Präcision gearbeiteten, von Herrn Cailletet verbesserten Apparate zur Entnahme von Luftproben aus den grössten Höhen, kommt der Herr Verfasser auf den Aufstieg des Registrirballons „Strassburg" am 14. November 1896 in Strassburg zu sprechen und stellt hierbei die Vermuthung auf, dass die — in unserer Zeitschrift auf p. 96 näher erörterte, unzweifelhaft auf eine Störung in der Function des Bourdon'schen Rohres am Richard'schen Thermographen zurückzuführende Unterbrechung des Barogramms und Thermogramms auf einer Begegnung des Ballons mit einer in 4—5000 m Höhe schwebenden Wolke beruhe. Während Herr Hergesell bekanntlich — s. Meteorologische Zeitschrift 1897 p. 132 — eine warme Luftschicht annahm, in welcher der Ballon bei seinem Eintritt einen „Stoss" erfahren haben soll, welcher eine Störung der Registrir-Apparate ausgelöst habe, hält Herr de Fonvielle eine Wolke für wahrscheinlicher: nach unserer Meinung haben beide Unrecht, denn wie oft sind schon auch von den schnell aufsteigenden Ballons sondes warme Luftschichten und Wolken gekreuzt worden, ohne dass auch nur eine Spur der genannten Erscheinung zu bemerken war! Und müsste nicht auf den Ballon herabstürzender Regen oder Hagelfall, oder auch ein starker Schneefall in viel ausgiebigerem Masse eine plötzliche Verlangsamung des Aufstieges bewirken? Trotzdem sind analoge Folge-Erscheinungen bisher stets ausgeblieben. Auch die Möglichkeit, jene eigenthümliche Curve, welche von —30° sofort nach 0° sprang, allein durch Stehenbleiben des Uhrwerks im Apparat zu erklären, will uns nicht einleuchten, da dann auch das Barogramm, welches auf derselben Trommel gezeichnet wurde, dieselbe Eigenthümlichkeit hätte zeigen müssen.

Mit dem allergrössten Interesse sehen wir dem durch Herrn de Fonvielle angekündigten Registrir-Apparat für die Intensität der Sonnenstrahlung entgegen, welchen der berümte Altmeister der Aktinometrie, Herr Violle zu liefern versprochen hat. Denn es ist kein Geheimniss, dass die bisher benutzten, auf dem sogenannten „Schwarzkugelthermometer" basirenden Messungsmethoden äusserst unsichere Resultate liefern.

Hierbei und ausführlicher in dem 4. Capitel: Les ascensions internationales erwähnt Herr de Fonvielle eine ausgesprochene Neigung der Deutschen für nächtliche Auffahrten der Ballons sondes, welche von den Franzosen nicht getheilt werde und erklärt es für klüger, mit solchen erst später vorzugehen. Hierauf sind wir gezwungen in aller Höflichkeit folgendes zu antworten. Wie Herr de Fonvielle auf S. 42 richtig mittheilt, ging die erste Anregung zur Veranstaltung simultaner Auffahrten mit Ballons sondes von dem Schreiber dieser Zeilen aus, welcher in einem Briefe vom 12. Juni 1896 an Herrn Gustave Hermite eine hierauf bezügliche Bitte richtete. Als hierauf der Letztere sein principielles Einverständniss in liebenswürdigster Weise mittheilte, aber die Bedingung völlig gleichartiger Instrumente stellte, erklärte sich der Unterzeichnete sofort hierzn bereit, falls man für den ersten Versuch die Nachtzeit wählen würde, um den völlig uncontrollirbaren Einfluss der Sonnenstrahlung, welcher seiner Meinung nach bei den Richard'schen Thermographen ein ausserordentlich grosser sei, zu beseitigen. Dieser Grund fand nicht nur in Paris, sondern auch bei den später in Folge der Conferenz von Directoren meteorologischer Institute beigetretenen Forschern in Strassburg und St. Petersburg Anerkennung und Herr de Fonvielle gerade war es, welcher, um Beobachtungen über Sternschnuppenschwärme des November zu erhalten, die Nacht vom 13. zum 14. Nov. für den ersten Versuch auswählte. Leider blieb bei dieser Veranlassung kein ein-

ziger der aufgestiegenen 4 Ballons sondes noch längere Zeit nach dem Sonnenaufgang in der Luft, sodass man hätte den Einfluss der nunmehr eintretenden directen Wärmestrahlung studiren können. Bei dem zweiten gemeinsamen Experiment am 18. Februar 1897 wünschten die französischen Gelehrten die Zeit 10 Uhr Vormittags zu wählen und alle Uebrigen stimmten dem bei. Am 13. Mai 1897 aber ging die Anregung zur Wahl der Aufstiegszeit kurz vor dem Sonnenaufgang nicht von hier aus, wenigstens keinenfalls von Berlin aus, sodass eigentlich von einer besonderen Vorliebe der Deutschen für die Nachtzeit nicht wohl gesprochen werden kann, obwohl allerdings nach unserer Meinung alle bisher mit den üblichen Methoden erzielten Resultate den unverkennbaren Stempel der Unzuverlässigkeit an der Stirn tragen, allein veranlasst durch die verderbliche Einwirkung der Sonnenstrahlung auf die gegen dieselbe in völlig unzureichender Weise geschützten Apparate. Das gilt, wohl verstanden, für alle der bisherigen Aufzeichnungen, also auch für die unsrigen! Deshalb nützen unserer Sache Auffahrten am Tage so lange absolut nichts, bis es gelungen sein wird, Methoden und Apparate zu ersinnen und zu construiren, welche diesem Fehler nicht unterliegen. Dieser seiner Ueberzeugung hat der Unterzeichnete in wiederholten Schreiben an seine Mitarbeiter in Paris und auch an den Vorsitzenden der internationalen Commission, Herrn Dr. Hergesell in Strassburg, Ausdruck gegeben und er ist den genannten Herren dafür dankbar, dass sie hierauf hin weitere internationale Auffahrten bis nach einer demnächst, voraussichtlich im Februar 1898 abzuhaltenden Conferenz eingestellt, sich aber, ein Jeder zu seinem Theile, die Aufgabe gestellt haben, bis dahin ein Instrument zu construiren und zu erproben, welches von dem verderblichen Fehler zweifellos frei ist. Uebrigens spricht weder die Thatsache, dass unsere ersten 6 Auffahrten ausschliesslich am Tage stattgefunden haben, noch dass unser photographischer Registrir-Apparat unbedingt des Tageslichtes bedarf, für unsere Vorliebe für nächtliche Auffahrten

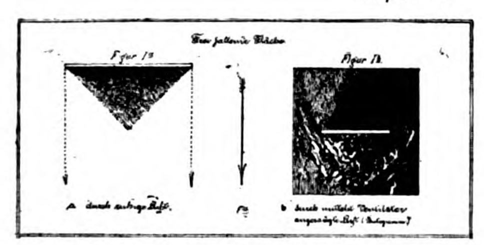
Die auf S. 96 bis 100 wiedergegebenen Tabellen sind dem Aufsatze des Unterzeichneten in der „Zeitschrift für Luftschiffahrt und Physik der Atmosphäre" entnommen, ebenso einige Diagramme, ausserdem ist eine von Herrn Hergesell aufgestellte Tabelle über die corrigirten Temperatur-Werthe, welche der „Aérophile" am 14. November registrirt hat, gegeben. Bei der Besprechung unserer Darstellung der von dem französischen Ballon bei dem Aufstiege und dem Abstiege aufgezeichneten bedeutenden Temperatur-Differenzen glaubt Herr de Fonvielle mit der kurzen Bemerkung die Sache zu erledigen, „dass dies nichts Ueberraschendes sei, indem man lange wisse, dass ein Thermometer beim Aufsteigen zu hohe und beim Absteigen zu tiefe Temperaturen gäbe." Ohne Zweifel ist dies längst bekannt, erklärt aber nicht die ganz gewaltige Differenz von 24°, welche während eines fast $3\frac{1}{2}$ Stunden währenden sehr langsamen Sinkens des Ballons zu Stande kam.

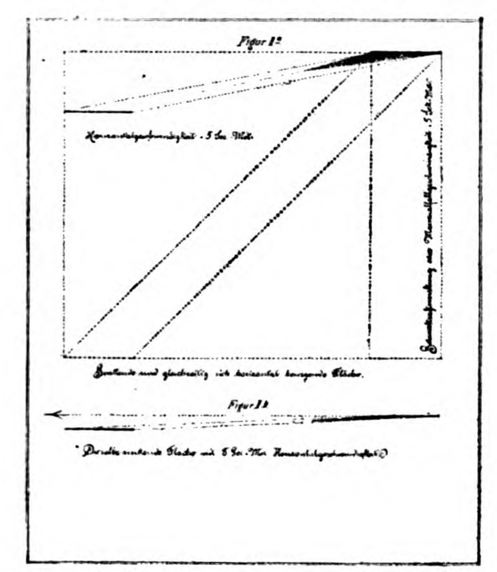
Zum Schluss des Capitels über die internationalen Ballonfahrten bespricht der Herr Verfasser in durchaus zutreffender Weise die Aufgaben und Ziele derselben und zählt die hervorragenden Persönlichkeiten auf, welche in Paris bereit sind, der guten Sache ihre Unterstützung angedeihen lassen. Wenn uns in diesem Capitel eines fehlt, so ist es der Name des hochberühmten französischen Luftschiffers und Gelehrten Gaston Tissandier, welcher unbestritten als der eigentliche geistige Urheber der internationalen Zusammenarbeit auf diesem Gebiete betrachtet werden muss und welcher in Anerkennung dieses grossen und fruchtbaren Gedankens zum Ehrenmitgliede der Commission internationale aéronautique gewählt worden ist. Leider ist es dem hochverdienten Manne nicht vergönnt, sich der Früchte seiner Aussaat zu erfreuen, da schwere Krankheit ihn von der Aussenwelt und was in ihr vorgeht wohl für immer trennt. Aber um so weniger sollte man seine Verdienste vergessen!

Assmann.

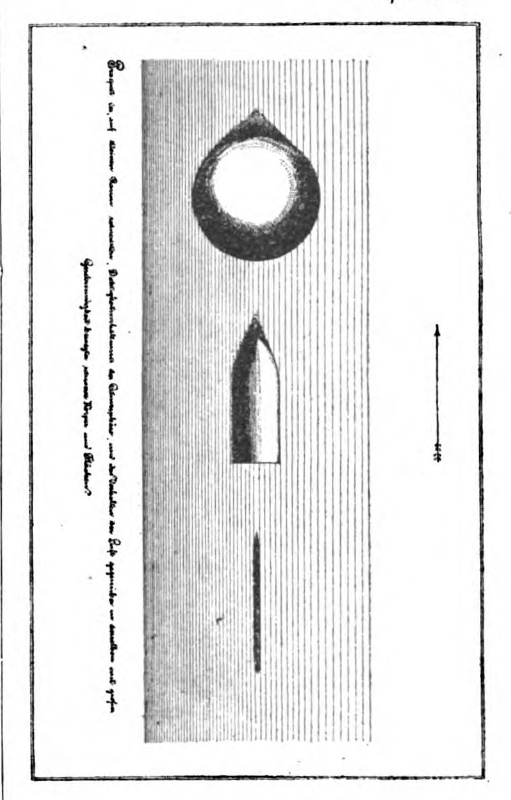
Zum Artikel: Koch.

Tafel I.

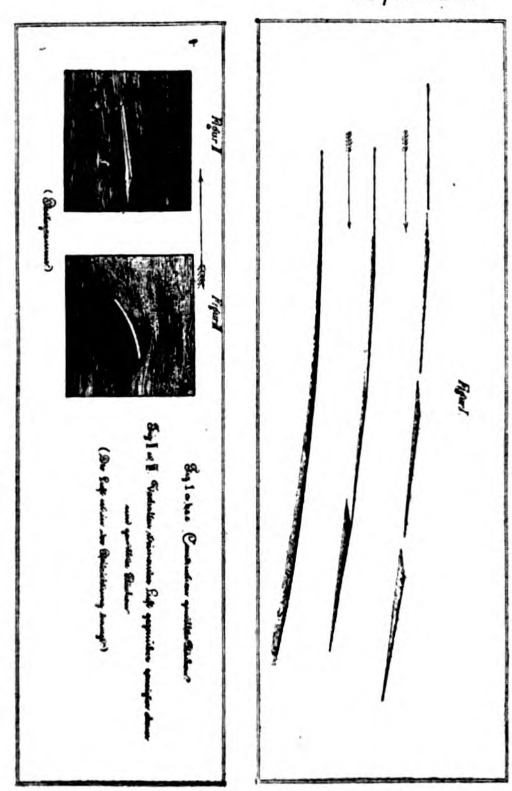




Tafel II.



Tafel III.



Tafel IV.

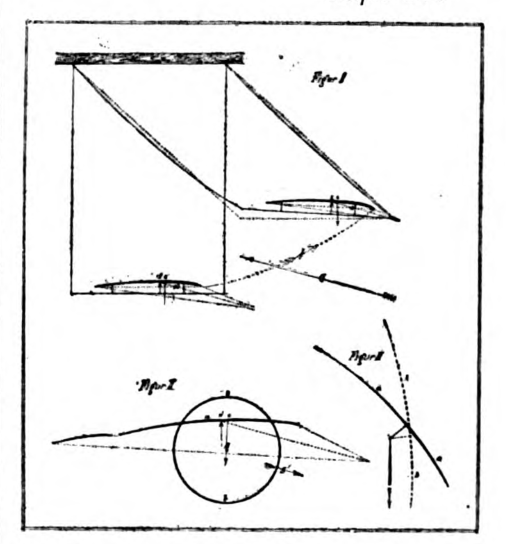


Fig. I Prof. Wellner's Versuch mit einer im Wind aufgehängten Fläche.

a. Ruhezustand. b. Effect des in der Pfeilricht. C dagegen strömenden Windes. x Resultirende des Luftdruckes gegen die Fläche. e. Schwerpunkt der Fläche. f. Bewegungsrichtung der vom Wind getroffenen Fläche.

Fig. II. Das entspr. Verhältniss in Bezug auf die künftige Schaufelradflugmaschine bei rückwärts geneigter Flügelstellung.

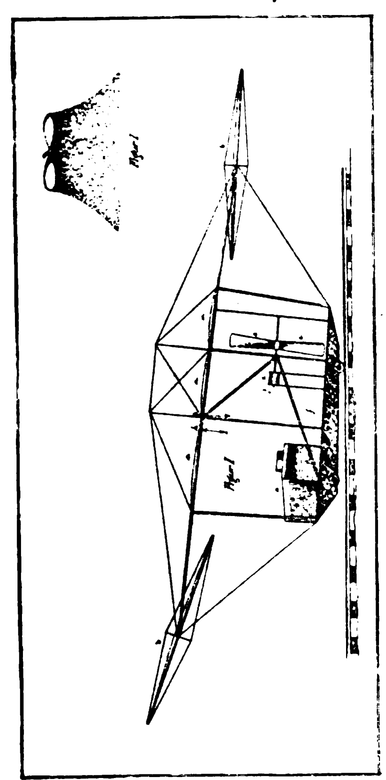
a. Tragflächen. b. Schaufelrad. c. Schwerpunktslage, d. Resultirende des Luftdruckes.

Fig. III Excentrischer Schirm mit Kniegelenk in der Pfeilrichtung nach unten bewegt.

b. Resultirende Stellung der Schirmfläche.

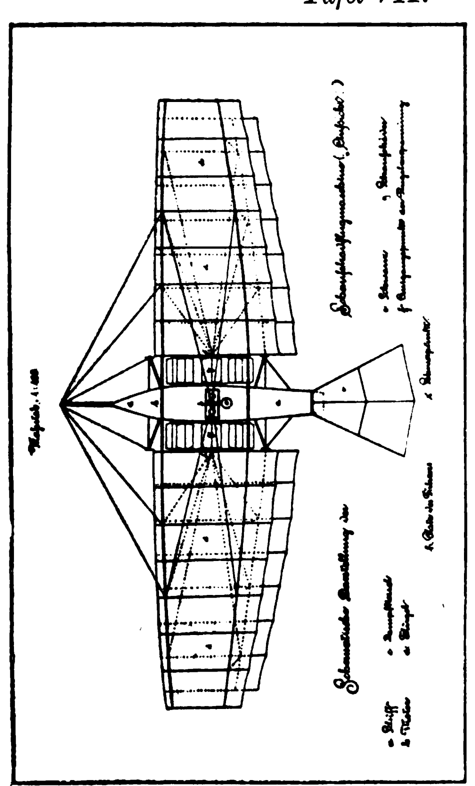
Zum Artikel: Koch.

Tafel V.

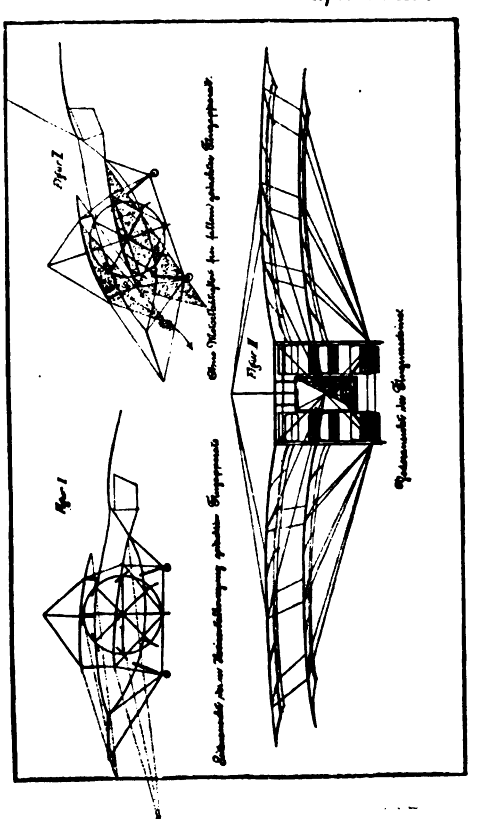


Tafel VI.

Tafel VII.



Tafel VIII.



Das Flugprincip und die Schaufelrad-Flugmaschine.

Von **Gustav Koch**.

(Fortsetzung.)

Solche Rotationsapparate sind in erster Linie die bekannte Luftschraube und ausserdem das auf letzteres Versuchsergebniss hin in den letzten Jahren von Herrn Professor Wellner in Brünn in Vorschlag gebrachte Segelrad.

Erstere zeigt um eine verticale Achse gruppirte, leicht gegen den Horizont geneigte Flächen, welche sich beim Drehen der Achse mit dem erhobenen Theil gegen die Luft bewegen.

Das Letztere präsentirt sich als ein mehr langes als hohes Schaufelrad mit beweglichen, aus mit Segeltuch überspannten Rahmen bestehenden Schaufeln, welche bei der Rotation des Rades mittelst Excenter derart verstellt werden, dass sie jeweils am obersten und untersten Theil des Rades eine zur Bewegungsrichtung leicht nach hinten geneigte Stellung einnehmen, wobei das Tuch bei der Rotation des Rades durch den Luftdruck eine gewölbte Form annimmt, während die das Vorder- und Hinterende des Rades passirenden auf- und abwärtsgehenden Schaufeln in einer dem Radkranz entsprechenden Lage sich befinden und die Luft einfach durchschneiden.

Beide Apparate wären wohl geeignet in dem besprochenen Sinne zu wirken, da die Schaufel- und Flügelflächen bei ihrer Rotation, die Einen immer, die Anderen während der entsprechenden Bewegungsphasen, die nothwendige, aus vorerwähntem Experiment hervorgehende, leicht nach hinten geneigte Stellung einnehmen und in natürlicher Folge dieser ihrer Schiefstellung die zur beständigen Erhaltung der Luftverdichtung, aus welcher die Luftkissen bestehen, erforderlichen Luftmengen von oben wegnehmen.

Der Effect ist aber doch nicht der erhoffte, kann es auch nie sein, denn während die im Winde aufgehängte Fläche stets von neu anströmenden Luftmassen bestrichen wird, welche jenes tragfähige Luftpolster oder -Kissen zu bilden und dadurch zu erhalten im Stande sind, dass ihre Bewegungsgeschwindigkeit, in diesem Falle also die Windgeschwindigkeit, eine grössere ist, als diejenige, mit der die gepresste oder verdichtete Luft, aus welcher das Luftkissen besteht, sich wieder ausdehnen will, bewegen sich die Flügel der Luftschraube und die Schaufeln des Segelrades relativ immer in ein und derselben Luftsäule oder Luftcylinder; wenn nun auch unter den betreffenden Flächen sich ähnliche Luftkissen bilden, wie solche als tragende Unterlage für horizontal

bewegte Flächen dienen, so befindet sich doch das Ganze, da auf der Stelle bleibend, in derselben Lage, wie die eingangs besprochene, in ruhiger Luft dem Fall überlassene Fläche; es bilden sich eben unter den, durch die Rotation der Apparate erzeugten Luftkissen wieder jene, das Sinken bedingenden Lufthügel, welche dem Schweben im Wege stehen.

Soll ein mit schiefgestellten rotirenden Flächen ausgestatteter Apparat in ruhiger Luft frei schweben, oder gar sich frei vom Boden erheben, so genügen keine dünnen Luftkissen, es muss vielmehr, wie bereits erwähnt, ein richtiger compacter Sockel aus je nach dem Gewichte des Apparates mehr oder weniger stark verdichteter Luft unter demselben hergestellt werden, welcher, indem er behufs Neutralisirung der permanent erfolgenden Wiederausdehnung der Letzteren continuirlich erneuert wird, dem Flugkörper als Unterstützung dienen kann.

Wie schnell die Wiederausdehnung verdichteter Luft erfolgt, und welche Luftmassen dazu gehören, die betreffende Pression in jedem Moment immer wieder zu erneuern, resp. zu unterhalten, weiss jeder Techniker, der schon mit Ventilatoren zu thun hatte.

Dass, um diesen Zweck zu erreichen, es nicht empfehlenswerth ist, bei Schrauben von mässigem Durchmesser die Flügel in nur ganz kleine Winkel zur Bewegungsrichtung zu bringen, liegt demnach auf der Hand; wir lernen dies auch aus den Beobachtungen in der Natur; die direkt auffliegende Taube z. B. fächert die Luft mit steilstehenden Flügeln nach unten, so dass der Staub unter ihr aufwirbelt. Viele grössere Vögel sind bekanntlich unvermögend, sich ohne Hilfe des Windes vom Boden zn erheben; sie sind eben ausser Stande, den tragenden Luftsockel zu erzeugen.

In Oesterreich glaubt man der Natur dadurch ein Schnippchen schlagen zu können, dass man die zweiflügeligen Schrauben recht gross macht, so dass sich unter den concaven, in kleine Winkel gestellten Schraubenflügeln wohl jene, bei der Horizontalbewegung solcher Flächen auftretenden Luftkissen bilden müssen, die mehr Kraft und Arbeit kostende Erzeugung von Luftsockeln aber erspart werde.

Das auf solche Weise erzielte Resultat (mit Schrauben von 6 m D wurde bei einem Kraftaufwand von 2 HP und einer Rotationsgeschwindigkeit an der Peripherie von 50 Sec.-Mtr. ein Auftrieb von 60 *kg* gewonnen) ist aber nur scheinbar günstig, denn bei grösserem Kraftaufwand und vermehrter Rotationsgeschwindigkeit steigt der dabei erzielbare Auftrieb nicht im gleichen Verhältniss, sondern wird geringer, es folgt ein Flügel zu rasch nach dem anderen und trifft noch auf die durch den vorangegangenen Flügel bereits in eine schiefabwärts zielende Bewe-

gung versetzte Luft, wodurch eben wieder auf den, aus nach unten gedrängter Luft sich bildenden Luftsockel hingearbeitet ist.

Maxim, der rühmlichst bekannte Ingenieur und Flugtechniker, erzielte mit 5 Met. grossen Luftschrauben, bei einem Kraftaufwand von nahezu 400 HP, nur noch ca. 3 *kg* Auftrieb per HP.

Es gibt nun allerdings für diesen Zweck günstigere Formen von Schraubenflügeln, als sie von Maxim angewendet worden, allein über die Nothwendigkeit der Erzeugung von Luftsockeln unter den horizontal rotirenden Schrauben, nachdem sich die Anwendung solcher von 25 und noch mehr Met. Durchmesser von selbst verbietet, kommt man nicht weg und wenn es auch ganz wohl möglich erscheint. dass mit Luftschrauben und Dynamomotor, welch Letzterem die elektrische Kraft vom Boden aus zugeführt wird, der also die schwere Kraftquelle nicht mit sich führt, Ballon-captif-artige Erhebungen in der Luft ausgeführt werden können, so ist dadurch eben nur ein bei ruhiger Luft gut functionirendes Aequivalent für den Ballon-captif geschaffen, das aber, wie dieser, an am festen Boden stationirte Hilfsapparate gebunden, vom prakticabeln Luftschiff noch sehr weit entfernt ist.

Bei bewegter Luft dürften derartige Apparate kaum zu gebrauchen sein, da der Effect der Luftschrauben durch Seitenwind benachteiligt wird, ebensowenig darf man hoffen, durch Schiefstellen der Schrauben neben dem Hub auch noch eine Seitwärtsbewegung zu erzielen. Ein solcher Apparat würde, wenn nicht gleichzeitig die motorische Arbeit bedeutend vermehrt wird, von seinem nun schiefstehenden Luftsockel abgleiten und sinken.

Nach alledem ist nicht wohl anzunehmen, dass es jemals gelingen wird, ein Menschen oder sonstige Lasten tragendes Luftfahrzeug zu ersinnen, das aus eigner Kraft sich frei vom Boden erhebt und ein im voraus bestimmtes, entferntes Ziel erreichen könnte.

Die eingangs erörterte Art und Weise wie eine zweckdienliche Widerstands- und Tragfähigkeit der Luft gewonnen wird, weist aber von selbst den Weg, auf welchem dieses Ziel, sofern nur von direkter, senkrechter Erhebung vom festen Boden abgesehen wird, wohl erreichbar erscheint.

Wie früher erklärt und nachgewiesen, sinkt eine horizontalstehende, dem Fall überlassene Fläche um so langsamer, je schneller sie gleichzeitig in horizontaler Richtung sich fortbewegt, ja sie würde bei einem, von ihrem Gewicht und Flächenausmass abhängigen Grad von Geschwindigkeit der Horizontalbewegung überhaupt nicht mehr sinken.

Wir stehen daher jetzt vor der Frage: „Was gehört dazu, einen vogelähnlichen Körper in der Luft auf ökonomische Weise in die zum Fluge nothwendige Geschwindigkeit zu versetzen?“

So einfach die Beantwortung erscheint, so hat doch die Ausführung, da die Steuerungsfrage damit verbunden (gewölbte Flächen

lassen sich überhaupt nicht ohne Weiteres in horizontaler Stellung und Richtung in der Luft fortbewegen, sondern haben die Neigung ihren Weg entspsrechend der Wölbungscurve zu nehmen) ihre besonderen Schwierigkeiten.

Die erste Bedingung ist, dass der betreffende Körper schwerer sein muss, als das ihn umgebende Medium und so schlank, bezw. spitzverlaufend gebaut, dass der Widerstand der Luft, resp. der Luftstoss gegen das Vordertheil des Körpers bei dessen Bewegung durch die Luft, auf das geringstmögliche Mass beschränkt wird.

Des Ferneren wissen wir, dass, von der Kugelform abgesehen, ein Körper nur dann mit der Spitze voran seiner Wurf- und Flugbahn folgt, w e n n d e s s e n S c h w e r p u n k t s i c h i n s e i n e m V o r d e r t h e i l e b e f i n d e t, wie dies bei den cylindrischen Projectilen und in noch ausgesprochenerer Weise beim Pfeile, Bolzen, Wurfspiess u. s. w. der Fall ist.

Auch beim Vogel trifft diese Anordnung zu, insbesondere erscheint während des durch vorausgegangene Fallbewegung oder Flügelarbeit herbeigeführten Schwebefluges sein Schwerpunkt, gegenüber dem Mittel der Tragflächen, Flügel und Schwanz, oft ganz unverhältnissmässig weit nach vorne gerückt, so dass man die Empfindung hat, das doch immer in seinen Flügeln hängende Thier müsse kopfüber zu Boden fallen.

Wie jedoch der Mensch und jedes Thier, wenn in, oder zunächst ihres Schwerpunktes aufgehängt, durch Muskelcontraction sich um Letzteren drehen, gewissermassen sich aufbäumen können (das Sichdrehen stürzender Katzen in der Luft, um auf die Füsse zu fallen, ist ebenfalls auf ein solches Manöver zurückzuführen), so ist auch der Vogel hiezu im Stande und zwar umsomehr, als der, wie bereits erwähnt und nachgewiesen, unter dem Vorderrand seiner Flügel stärkere Luftdruck, resp. der an dieser Stelle grössere Widerstand der Luft gegen die Falltendenz des Körpers, gegenüber dem relativ geringeren Luftdruck unter dem hinteren, grösseren Theile der Tragflächen, die Ausführung einer solchen Drehung begünstigt.

In Folge dieses, während der Flugbewegung ausgeführten Manövers, wodurch sich der Vogel aus der seiner Schwerpunktslage entsprechenden nach vorne geneigten Lage vorübergehend in eine horizontale, oder schief aufwärts zielende Position zwingen kann (Wellenflug), wird der Luftdruck unter dem hinteren Theile der Tragflächen wesentlich vermehrt, die Resultirende desselben rückt in Folge dessen und da der Gesammtluftdruck unter dem Vogel in solchem Falle n u r g l e i c h d e s s e n G e w i c h t sein kann, nach hinten, hinter den Schwerpunkt des Vogelkörpers, und erscheint nunmehr dessen Arrangement ähnlich w i e b e i e i n e m S c h i r m m i t e x c e n t r i s c h a n g e b r a c h t e m S t o c k e.

Wie nun das Dach eines solchen, wenn der Stock mit der Hand rasch abwärts bewegt wird, sich nach der Stockseite hinneigen will und nur durch einen von der Hand ausgehenden Gegendruck davon zurückgehalten werden

kann, gerade so drängen auch die Vogelflügel, den Schwerpunkt des Thieres an Stelle des Stockes des excentrischen Schirmes gesetzt, beständig nach vorne, so lange der schwebende Vogel jenes excentrische Arrangement durch seine, für das Auge nicht erkennbare Arbeit der durch Muskelcontraction bewirkten Drehung um seinen Schwerpunkt beibehält.

Dass ein solcher Art functionirender, vogelartig aufgetackelter, schlank gebauter Körper, dessen gewölbte Tragflächen für sich schon die Neigung haben, sich ihrer Wölbungscurve ensprechend nach vorne zu bewegen, ohne weiteren grossen Kraftaufwand in der Luft sich fortbewegen und beschleunigen lassen müsste, bezw. die einmal angenommene Geschwindigkeit der Bewegung, auch wenn der hintere Theil der Tragflächen unter die Horizontale hinuntergedrückt und das Ganze in eine nach hinten geneigte Lage gebracht wird, nur verhältnissmässig langsam verlieren kann, dürfte, nachdem dabei nur der Widerstand der Luft gegen die nur geringe Angriffspunkte bietende Stirnseite (eventuell noch ein Minimum Flächenwiderstand) zu überwinden ist, Jedermann einleuchten, kann auch täglich beim Fluge der Tauben beobachtet werden.

Tritt aber das umgekehrte Verhältniss, Druck-Mittel der Tragflächen vor dem Schwerpunkt ein, so hat der Apparat die Neigung, sich rückwärts zu bewegen und es benöthigt eine Flugmaschine solcher Art, worunter alle Schraubenaëroplane (Flugapparat mit durch die Schwerpunktslage drachenartig nach hinten geneigten Tragflächen) auch die Maxim'sche Flugmaschine zählt, „selbst zum Horizontalflug erfahrungsgemäss ebenso viel Kraft, als erforderlich ist, den betreffenden Apparat ohne gleichzeitige Horizontalbewegung und ohne Hilfe von tragenden Flächen frei vom Boden zu erheben.“

Es liegt diess auch auf der Hand und ist nur verwunderlich, dass die Herren Mathematiker bei ihren Berechnungen des Fluges die rückwärts zielende Componente der Schwerkraftwirkung, welche in solchem Falle für sich einen Factor bildet, ganz ausser Acht gelassen haben, ja zum Teil mit dem Hinweis darauf, dass die Schwere auch in diesem speciellen Fall nur direct nach unten wirke, geradezu leugnen.

Und doch ist es dasselbe Verhältniss, wie wenn eine Kugel auf eine schiefe Ebene gesetzt wird. In solchem Falle ruht ein Theil des Gewichtes der Kugel auf der schiefen Ebene, ein anderer, dem Neigungswinkel der Letzteren entsprechender Theil drückt seitwärts und es muss, soll die Kugel nicht abrollen, eine diesem Theil der Schwerkraft gleiche Seitenkraft aufgewendet werden.

Soll ein Flugkörper mit durch die Schwerpunktslage nach hinten geneigten Flächen nur fallschirmartig senkrecht sinken, so muss die nach hinten zielende Componente der Schwere, welche bei ca. 7°

Neigung der Flächen ca. 1/10 des Gewichtes des betreffenden Apparates beträgt, durch eine gleiche Kraft aufgehoben werden.

Dann sinkt aber der Flugkörper erst vertical.

Nehmen wir als Beispiel die Maxim'sche Flugmaschine (siehe Taf. V Fig. 2.)

Dieselbe hat ein Gewicht von ca. 4000 kg mit ca. 500□M. Tragflächen, welche in einem Winkel von 7° zur Horizontalen stehen.

Der rückwärts wirkende Theil der Schwere beträgt dabei 1/10 = 400 kg; das Ganze, als Kugel auf einer entsprechenden schiefen Ebene gedacht, müsste an einem von der Kugel ausgehenden und etwa über eine am oberen Ende der schiefen Ebene angebrachte Rolle laufenden Seile ein gleich grosses Gewicht angehängt werden, um die Kugel am Abrollen zu verhindern.

Die Arbeit, welche der Motor der Maxim'schen Flugmaschine zu leisten hat, damit dieselbe, freischwebend gedacht, nicht rückwärts abgleite, sondern vorerst nur vertical sinke, ist somit gleich derjenigen, welche erforderlich ist, ein Gewicht von 400 kg frei vom Boden zu erheben.

Nun erzielte Maxim mit seinem 400 HP starken Motor und 2 Luftschrauben à 5 Mt. Durchmesser nur einen Luftdruck von durchschnittlich ca. 30 mm Wassersäule, gleich einem Hub von ca. 1200 kg und es entfällt hievon bereits ein volles Drittheil auf diejenige Arbeit, welche geleistet werden muss, dass sich der Apparat in der Luft nicht rückwärts bewegt.

Rollt derselbe auf ebener Bahn, wie es in Baldwin's Park bei den Versuchen der Fall war, so fällt jene rückwärts wirkende Schwerkraftcomponente weg und es dient der ganze Effect der 400 HP der Beschleunigung, so dass bei ca. 20 Sec.-Met. Geschwindigkeit und Aufdrehen der vorderen, bezw. hinteren Steuerflächen nicht nur ein Erheben der betreffenden Fahrrollen von den Schienen, sondern auch, bei geringer Zunahme der Geschwindigkeit, oder, wie es bei den Versuchen der Fall war, unter Beihilfe eines schwachen Gegenwindes (der Schienenstrang, auf dem sich der Apparat bewegte, war derart bogenförmig angelegt, dass man unter allen Umständen in einem gewissen Moment Gegenwind haben musste) ein Erheben des ganzen Gewichtes des Fahrzeuges wohl möglich ist.

Aber nur auf ganz kurze Zeit, unter rascher Absorption der durch die Bewegung angesammelten lebendigen Arbeit, da, nachdem durch Forcirung der Geschwindigkeit der Eigenbewegung, oder Hinzutreten der Windgeschwindigkeit, die Resultirende des Gesammtluftdruckes nach vorne rückt, mit dem Moment der Erhebung vom Boden, der nur eintreten kann, wenn das Mittel des Luft-

druckes direct über oder vor dem Schwerpunkt des Apparates liegt, $^1/_{10}$ des Gewichtes des Letzteren nach hinten zieht und bremst[1]).

Den Schwerpunkt beim Schraubenaëroplane nach vorne zu verlegen geht nicht an, da sich in diesem Fall der Apparat mitsammt den Flächen nach vorne neigen würde.

Aber auch die Placirung des Schwerpunktes direct unter dem Druckmittel der Tragflächen stösst auf Schwierigkeiten, deren erste ihren Grund in der von der Bewegungsgeschwindigkeit des Apparates und der Luft, resp. des Windes abhängigen Veränderlichkeit des Druckmittels hat.

Genaue Balance zu halten erweist sich daher in solchem Falle, angesichts der Mannigfaltigkeit der Bewegungsweise der Atmosphäre, bald schwankend, bald in Wellenform, äusserst schwer, ja! man darf sagen, geradezu unmöglich.

Auch bei Seeschiffen sind Schwankungen nicht zu vermeiden, während aber hier die Nachtheile derselben verhältnissmässig leicht überwunden werden, ist dies beim Schraubenaëroplane durchaus nicht der Fall; eine Neigung nach vorne bedeutet einen Verlust an Höhe, eine solche nach hinten hat zwar ein momentanes Aufsteigen zur Folge, da aber dann sofort der der Rückwärtsneigung entsprechende Theil des Gewichtes nach hinten zieht und bremst, so reducirt sich die Geschwindigkeit der Bewegung und damit die Tragfähigkeit der Luft ganz bedeutend, während speciell bei Anwendung gewölbter Tragflächen, angesichts der nothwendigen hohen Schwerpunktslage, die Gefahr des directen Absturzes nahe liegt, wie wir dies bei dem beklagenswerthen Ende des Herrn Lilienthal gesehen haben.

Wollte man, nachdem ein Apparat mit horizontalstehenden Flächen nicht, oder nur bei aussergewöhnlich grosser Geschwindigkeit aufsteigen kann, um in regulirbarer Weise eine kleine Neigung der Flächen nach hinten herbeizuführen, den hinteren Theil derselben, etwa die Schwanzfläche, etwas aufrichten, wodurch dieser Theil des in Bewegung gedachten Apparates, durch den an und für sich unvortheilhaften Luftdruck von oben niedergedrückt, belastet würde, so wäre diess gleichbedeutend mit einer Schwerpunktsverlegung nach hinten, deren Consequenzen nach dem Vorgängigen bekannt sind.

---

[1]) Die Anordnung der Tragflächen bei dem Maxim'schen Flugapparat war, unbeschadet der Bewunderung, welche die wirklich ingeniöse Ausführung des Ganzen verdient, keine sehr glückliche.

Besonders war die Mittel- und Hauptfläche in der Bewegungsrichtung zu lang (als Vogelflügel gedacht zu breit, 15 m) und erschien durch die davor und dahinter angebrachten beiden Horizontalsteuer noch länger, so dass dieser Theil der tragensollenden Flächen nicht vollständig in Wirksamkeit treten konnte.

Die Bewegung des Apparates auf den Schienen musste daher unverhältnissmässig forcirt werden, um selbst unter den angedeuteten sonst günstigen Verhältnissen den nothwendigen Auftrieb zu erzielen.

Es beruht daher auf Selbsttäuschung, wenn man glaubt durch irgend eine Zusammenstellung von Flächen beim gewöhnlichen Aëroplane oder Drachenflieger die Nachtheile der Schwerpunktslage hinter dem Druckmittel der Tragflächen vermeiden und das Krafterforderniss reduciren zu können.

Der Unterschied bezüglich des motorischen Leistungserfordernisses beim Drachen- und dem direct aufsteigenden Schraubenflieger liegt nur darin, dass, während bei diesem das volle Gewicht des Apparates „aber langsam" gehoben werden muss, bei jenem gewissermassen nur ein Bruchtheil desselben „aber um so viel schneller" zu heben ist.

Wie der Vogel nicht durch äussere Einwirkung, sondern instinctiv, aber durch eigene Kraft sich in die seiner Fortbewegung günstige Lage, Schwerpunkt vor dem Druckmittel der Tragflächen, versetzt, so muss auch ein mechanischer, den Flug imitirender Apparat aus seiner, durch die Schwerpunktslage bedingten vorgeneigten Stellung in die dem excentrischen Schirme ähnliche Position motorisch gezwungen werden.

Wie ist nun dies zu ermöglichen?

Mit der Luftschraube ist nicht gedient, da deren einfach vortreibende Wirkung, wenn, wie allenfalls bei der Maxim'schen Flugmaschine, genügend motorische Kraft vorhanden (thatsächlich war es aber nicht der Fall) wohl den Apparat, wie der Wind einen Drachen, aufsteigen machen könnte, aber nicht die Möglichkeit bietet, ihn in die nothwendige, arbeitsparende excentrische Lage zu bringen.

Auch eine leichte Schiefstellung der am Vordertheil eines Aëroplanes rotirenden Schrauben würde diesem Zwecke nicht entsprechen.

Nach vorne geneigt, so dass ein Theil der Kraft nach unten wirkt, würde die betreffende Componente der motorischen Kraft nur die tote Last des Fahrzeuges erhöhen, während im anderen Falle der nach oben wirkende Theil des durch die Schrauben erzielten Luftdruckes von unten dem Luftdrucke unter den Flügelflächen des Apparates zuaddirt werden muss, wonach sich das gemeinsame Luftdruckmittel als wieder „vor" dem Schwerpunkt liegend ergibt, somit absolut nichts gewonnen ist.

Wenn man nun auch zugestehen muss, dass eigentlich „Flügelschlag", der neben seiner fallhemmenden Wirkung durch seine vortreibende Kraftcomponente auch einen eventuellen Mangel an genügender Horizontalgeschwindigkeit ersetzen könnte, das richtige Locomotionsmittel wie für den Vogel, so auch für mechanische Flugapparate wäre, so stehen doch der Anwendung desselben im letzteren Falle nicht allein die bedeutenden technischen Schwierigkeiten, welche mit der Herstellung grösserer Flügelschlag-

werke verbunden sind, sondern auch der Umstand im Wege, dass wir es bei der Luft, wie bereits erwähnt, mit einem ewig unruhigen und oft in den verschiedenartigsten Theilbewegungen (Luftwellen etc.) befindlichen Elemente zu thun haben, demgegenüber ein stets gleichmässiger Flügelschlag die bedenklichsten Consequenzen haben würde.

Ausserdem bietet auch die motorische Anlage eines Flügelschlagwerkes keine Möglichkeit, die, auch in diesem Fall, unumgänglich nothwendige Excentricität der Anordnung bezügl. des Schwerpunktes gegenüber den Tragflächen herbeizuführen, bezw. zu unterhalten.

Schreitet man nun zur Wahl eines anderen motorischen Apparates zur Ermöglichung dynamischen Fluges, so ist in erster Linie dabei zu berücksichtigen, dass derselbe, wie aus dem vorstehend Gesagten hervorgeht, zweierlei zu leisten hat:

I. Das betreffende Fahrzeug, ungeachtet seines excentrischen Arrangements, in relativ horizontaler Lage zu erhalten;

II. Die in Folge der im erörterten Sinne unterhaltenen Excentricität von Gewicht und Tragflächen bereits vorhandene Neigung zur Vorwärtsbewegung durch Ueberwindung des dem nothwendigen Grad von Bewegungsgeschwindigkeit entsprechenden Luftwiderstandes gegen die Stirnseite des Fahrzeuges zu unterstützen.

Hauptsächlich muss ferner darauf Rücksicht genommen werden, dass durch die Functionirungsweise des motorischen Apparates die continuirliche Neubildung jener Luftkissen unter den Tragflächen nicht beeinträchtigt werde, dass das Vehikel n u r ü b e r f r e i e, n i c h t ü b e r m a s c h i n e l l b e w e g t e L u f t hinweggleite.

Dieser letzteren Anforderung ist nun, da die motorische Kraft, wie beim Vogel, so auch bei der Flugmaschine unbedingt im Vordertheile angreifen muss, besonders beim Schraubenaëroplane schwer zu entsprechen.

Da die Schrauben immer paarweise angeordnet werden müssen und jede einzelne derselben einen Durchmesser von immerhin 4—5 m haben muss, so würde durch deren Rotation die Luft unter einem grossen Theil der Tragflächen motorisch bewegt, (angesaugt, resp. in wirbelnde Bewegung versetzt), und, da dies eine Beeinträchtigung der Luftkissenbildung unter den Tragflächen involvirt, in ihrer Wirkung auf Letztere gestört.

Zu der Einsicht gekommen, dass von der Anwendung von Luftschrauben für Flugzwecke wird leider Abstand genommen werden müssen, lag es nahe, auch einmal eine Art „S c h a u f e l r ä d e r“ mit einem Flugapparat in geeignete Verbindung zu bringen und die Functionirungsweise einer solchen Combination zu untersuchen.

Die Mängel der bis jetzt bekannt gewordenen Systeme von Luftschaufelrädern, theilweise durch früher gemachte eigene Erfahrungen mir nicht fremd, zwangen mich, ein den zu stellenden Anforderungen entsprechendes neues System zu ersinnen, und glaube ich mit dem auf Tafel VI. bild-

lich dargestellten, bereits im Grossen ausgeführten und erprobten Luftschaufel- bezw. Segelrad so ziemlich das Richtige getroffen zu haben.

Die Schaufeln solcher Räder werden dabei nicht mittelst Excenter und Hebel in oscillirender, viel Kraft erfordernder Weise verstellt, sondern sie rotiren auch, wie das Rad, machen aber bei je einer vollen Tour des Letzteren nur je eine halbe Umdrehung und zwar in entgegengesetzter Richtung.

In Folge dessen kommen die den tiefsten Punkt erreichenden Schaufeln vertical, die den Zenith passirenden tangential zu stehen.

Dass die auf die untere Hälfte des Rades entfallenden Stellungen der Schaufeln dem in erster Linie bezweckten Vortrieb günstig sind, liegt auf der Hand, ebenso dass die Horizontalstellung der zu oberst befindlichen Schaufel keinen besonderen Nachteil in sich schliesst.

Aber auch die Stellungen der oberen und vorderen, bei der Rotation des Rades abwärts gehenden Schaufeln, ebenso wie diejenigen der dem Scheitelpunkt sich wieder nähernden, enthalten, wie die Versuche mit den Modellrädern ergeben haben, kein wesentlich ungünstiges Moment, da der Luftdruck gegen dieselben in den betreffenden Bewegungsphasen, angesichts des Neigungswinkels zur Bewegungsrichtung, nur ein relativ sehr geringer ist und die Schaufelstellung überhaupt, je mehr solche sich vom Scheitel und Tiefpunkt entfernen, nur den, den betreffenden Bewegungsrichtungen angepassten Stellungen von Schraubenflügeln entspricht.

Dabei kann der Kraftverlust durch Reibung bei dem angewandten Drehungsmechanismus der Schaufeln bei einigermassen exacter Ausführung (was bei den hergestellten Modellrädern leider nicht der Fall war, da die ausführende Fabrik sich als der Sache nicht gewachsen erwies) nur unbedeutend sein, indem, da die Schaufeln der Bewegungsrichtung des Rades entgegengesetzt rotiren, der stärkere Luftdruck am äusseren Ende der Schaufeln die Drehung derselben begünstigt.

Der angewandte Mechanismus hat diese Drehung weniger herbeizuführen, weniger eine Kraft zu diesem Behufe nach den Schaufelachsen zu transmittiren, sondern es wird, eher im umgekehrten Verhältniss, die vorhandene Neigung der Schaufeln, sich in der der Rotationsrichtung des Rades entgegengesetzten Richtung um ihre Achse zu drehen, durch denselben zweckentsprechend regulirt.

Der Effectverlust an motorischer Kraft kann daher bei dem in Vorschlag gebrachten System nicht von Bedeutung sein und zwar um so weniger, als bei den in Anwesenheit mehrerer civiler und militärischer Ingenieure angestellten Proben mit den ausgeführten Exemplaren dem Fluge ungünstige Richtungen der bewegten Luftmassen sich nicht erkennen liessen.

Der vortreibende Effect der Schaufelräder dürfte demnach die auf den Durchmesser derselben reducirte Arbeitsleistung des Motors nahezu erreichen.

Bei den Versuchen mit den Modellrädern ergab sich, in Folge der von den examinirenden Ingenieuren constatirten mangelhaften Ausführung derselben, ein mittels Dynamometer gemessener Verlust von gegen 35 Procent.

Ein besonderer, bei der Adoptirung dieses Systems sich ergebender wesentlicher Vortheil, der aber bei Versuchen am festen Boden nicht zu Tage treten kann, liegt in der Leistung der den Scheitelpunkt der Räder in Vorwärtsbewegung passirenden Schaufeln.

Da die Räder, als Theile des ganzen in Bewegung befindlichen Fahrzeuges, ebenso wie dieses, der Schwerkraft unterworfen sind, so gilt für die horizontalstehenden Schaufeln dasselbe wie für die Tragflächen: es bilden sich unter denselben, während dieser Phase ihrer Rotation, Luftkissen, d. h. sie erfahren einen Luftdruck von unten, der in diesem Falle um so stärker ist, als die Schaufeln sich schneller vorwärts bewegen, als es das Fahrzeug thut. (Schluss folgt.)

Studien über das Ballon-Material mit besonderer Hinsicht auf das elektrische Verhalten desselben.

Von **H. Bartsch v. Siegsfeld**, Premier-Lieutenant.

(Schluss.)

Die Zündung von Gasgemischen durch Funken setzt ein an ziemlich enge Grenzen gebundenes Mischungsverhältniss voraus. Bei Leuchtgas und Luft liegt dieses etwa zwischen 1:5 bis 1:12. Man sollte demnach erwarten, dass namentlich ein aus einer Oeffnung austretender Gasstrom durch den Funken nur schwer zu zünden sei. Das Gegentheil wird aber beobachtet. Dies hat in folgendem Umstande seinen Grund. Lässt man in reinem Leuchtgase die Funken irgend eines Apparates überspringen, so beobachtet man sofort, dass die Schlagweite eine erheblich geringere ist als in der Luft. Das Gas setzt dem Strome einen erheblich grösseren Widerstand entgegen als Luft.

Da nun die Entladungen stets den Weg des geringsten Widerstandes einschlagen, so erhellt, dass der Funke sich im Allgemeinen an der Grenze des Gasstromes bilden wird; mithin gerade in der Zone, wo die Wahrscheinlichkeit am grössten ist, dass er durch explosives Gemisch geht. Dieser Umstand erhöht aber ganz wesentlich die Sicherheit der Zündung von Gasgemischen durch elektrische Funken, da mehr oder weniger grosse Unregelmässigkeiten derselben wohl sehr häufig vorkommen.

Vor der Hand kann man wohl sagen, dass wo auch immer Funken von merkbarer Intensität und messbaren Dimensionen in Gasgemischen übertreten können — am besten lassen sich obige Angaben vielleicht zu-

sammenfassen, wenn man sagt: deutlich hörbare Funken —, die Explosionsgefahr thatsächlich vorhanden ist.

Diese verhältnissmässig präcise Fassung der Aufgabe macht nun die Untersuchungen sehr leicht.

Zwei Stücke Ballonstoff sind ausreichend, Instrumente nicht erforderlich.

Das eine Stoffstück ist am Oberschenkel wie ein Trommelleder befestigt, dadurch ist es einmal gut gehalten und hat eine Temperatur von ca. 30°, zum Ueberfluss kann man sich noch in die Sonne stellen; mit dem andern, das an zwei Enden gefasst wird, streicht man über das erste. Lässt man es los, so bleibt es zunächst haften. Zieht man es von einem Ende aus weg, so knistern die Funken äusserst lebhaft und der Stoff setzt dieser Manipulation einen merkbaren Widerstand entgegen.

Hierbei ist Gummi auf Seide gerieben. Nähert man nun dem weggezogenen Stück den Finger — gleichgiltig, von welcher Seite — so bekommt man aus ein bis drei Centimeter Distanz Funken.

Zwar habe ich mit diesen Funken eine Gasflamme nicht anstecken können, trotzdem ist mir dies noch kein Beweis, dass dies unmöglich ist.

Im Dunkeln sieht man, dass beim Entstehen eines solchen Funkens die Elektricität aus einer Fläche von ca. 6 cm Durchmesser dem Ausgangspunkte der Entladung zuströmt. Freilich sind dies nur sehr geringe Quantitäten von Elektricität, welche hier in Frage kommen. Vorzüglich müssen diese Entladungsrayons auch sichtbar zu machen sein mittels der v. Bezold'schen Methode durch Bestäuben mit Lycopodium und Mennige, wie in allen ähnlichen Fällen.

Die gummirten Seiten auf einander gerieben, ebenso die seidenen, geben keine merkliche Elektricität, obwohl bei der Prüfung mit dem Elektroskop — im Laboratorium des Herrn Professor Börnstein — im ersten Falle ein geringer Ausschlag der Blättchen einmal beobachtet wurde, was auch einem Zufall zugeschrieben werden kann.

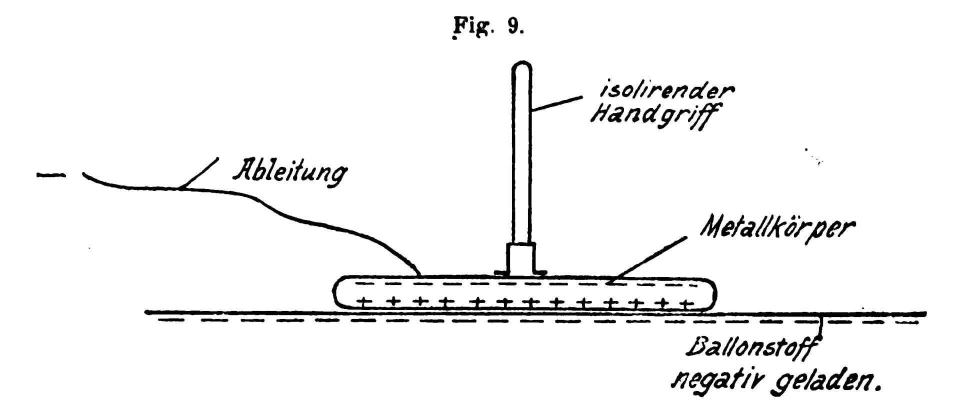
Die seidene Seite von doppelt gummirtem Seidenstoff, auf rohem Seidenstoff gerieben, wird elektrisch, ebenso auf Baumwolle gerieben. Starke Elektricität erhält man durch Streichen der gummirten Seite mit der trockenen warmen Hand. Im Dunkeln zeigt sich in allen diesen Fällen ein intensives Leuchten.

Diese Versuche, welche stets leicht wiederholt werden können — nicht zu hohen Feuchtigkeitsgehalt der umgebenden Luft vorausgesetzt — zeigen zur Genüge, dass man es hier mit einer sehr kräftigen und ausgiebigen Elektricitätsquelle zu thun hat.

Weiterhin ist es von Bedeutung, zu erfahren, ob und unter welchen Umständen Entladungen aus einem grösseren Rayon, als den oben angegebenen Kreisen von 6 cm Durchmesser erhalten werden können. Am nächsten liegend ist die Anwendung des Princips des Elektrophors. Ein

Metallkörper von nicht zu geringer Dicke wird isolirt auf den in diesem Falle negativ geladenen Stoffstreifen gelegt. Sobald man mit einem ab-

Fig. 9.



leitenden Draht oder dem Finger die obere Seite dieses metallenen Körpers berühren will, erhält man einen kräftigen Funken negativer Elektricität, welcher in seiner Intensität der Entladung aus nahezu dem vollen Rayon entspricht. Dieser Fall ist dem Vorgange nach vollkommen identisch mit dem Berühren des Ventils, wenn dieses sich auf elektrisch erregte Stofftheile gelegt hat. Es genügt bei den beträchtlichen Dimensionen desselben eine nur geringe elektrische Erregung des Stoffes, um einen zur Zündung des Gases vollkommen ausreichenden Funken zu erhalten. Die dauernde Ableitung der Elektricität desselben nach der Erde ist hiernach eine sehr zweckmässige, ja nothwendige Massregel.

Weiterhin können aus dem elektrisirten Ballonstoff grössere Mengen von Elektricität gesammelt werden, wenn man einen Conductor von nicht zu geringen Dimensionen über dieselbe hinführt, ein Fall, der durch im Ballon liegende Leinen oder dergl. wohl eintreten kann, obwohl hierfür die Bedingungen wohl selten gegeben sind.

Aus alledem resultirt die in vielen Fällen sehr erhebliche Gefahr des neuen Materials, falls nicht geeignete Massnahmen zur Beseitigung derselben getroffen sind.

Vor allem erscheint es in hohem Masse bedenklich zu sein — namentlich bei seidenen Ballons — irgendwo, auch an den kleinsten Stellen, eine Ungleichartigkeit der Stoffe, welche sich berühren oder reiben können, zuzulassen — selbst die Leinen können den Stoff kräftig elektrisch erregen; — in der obigen Aufzählung war der Versuch, den Gummistoff mit Leinwand zu elektrisiren, vergessen. Ein Bedecken des Stoffes mit einer vollkommen leitenden metallischen Schicht ist bis jetzt noch nicht gelungen. Ist diese Massregel unvollkommen ausgeführt, so kann es leicht kommen, dass bei stattgehabter Elektrisirung die Entladung aus einem sehr grossen Rayon eintritt, was natürlich ungünstig ist.

Selbst unter der Voraussetzung, dass die Innenseite des Ballons nur Gummi, die Aussenseite nur Seide enthält, kann folgendes eintreten:

1. Einzelne Theile der inneren Gummirung nutzen sich ab, die Seide tritt zu Tage. In diesem Falle können die blosgelegten Stellen kräftig elektrisirend wirken.

2. Die äusseren Theile werden durch irgend welche Zufälle elektrisch. Diese Wirkung ist voraussichtlich nicht intensiv, aber sehr schwer der Beurtheilung zu unterziehen.

Also auch diese Anordnung gewährt keineswegs unbedingten Schutz.

Dennoch sind wir in der Lage, allen diesen grossen Uebelständen in einfachster und wahrscheinlich vollkommen sicherer Weise zu begegnen.

Wie oben gesagt wurde, hängt die Möglichkeit der Elektrisirung von Flächen ab von deren hygroskopischem Zustande.

Ein stark hygroskopischer Körper ist beim besten Willen nicht zu elektrisiren. Macht man die beiden Seiten, besonders die innere, hygroskopisch, so ist an eine Gefahr, durch Reibungselektricität und deren Wirkungen das Ballongas irgend wann zu entzünden, nicht mehr zu denken. Es ist wohl nicht zweifelhaft, dass bei geeigneten Proben Stoffe dieser Eigenschaft, welche auch das Material nicht ungünstig beeinflussen, gefunden werden.

Nach den bisherigen Proben und den Erfahrungen mit dem Drachenballon entspricht eine 10%ige Chlorcalcium-Lösung, innen und aussen dünn aufgetragen, dem angestrebten Zwecke vollkommen.

Diese Anwendung der Lösung hat bisher zu Anständen keine Veranlassung gegeben; auch ist ein häufiges Imprägniren nicht nothwendig.

Die elektrischen Eigenschaften gummirter Baumwollenstoffe.

Es unterliegt keiner Schwierigkeit, die Bedingungen festzustellen, unter denen auch die Baumwollenstoffe starke elektrische Erscheinungen zeigen.

Es war bereits oben erwähnt, das Trockenheit des Materials Grundbedingung für das Hervorrufen von Reibungselektricität sei.

Die Baumwollen- und Leinen-Stoffe gelten im Allgemeinen als Halbleiter. Trocknet man sie dagegen sorgfältig, so werden sie zu schlechten Leitern. Der Nachweis ist sehr einfach zu führen.

Ein Elektroskop aus Seidenpapierstreifen ist hierfür ausreichend. Ladet man dasselbe und berührt es mit einem Bindfaden oder Streifen, so verschwindet diese Elektricität sehr schnell. Desgleichen, wenn man dasselbe mit der gummirten oder der nicht gummirten Seite von Baumwollen-Ballonstoff berührt. Alles dies unter normalen Verhältnissen und unter 50% Feuchtigkeitsgehalt ausgeführt.

Trocknet man dagegen diese Materialien intensiv dadurch, dass man sie einer warmen trockenen Luft von etwa 50% aussetzt, etwa in der

Nähe einer mässig warmen Lampenglocke, und bringt sie noch warm mit dem geladenen Elektroskop in Verbindung, so erscheint ihre Leitungsfähigkeit noch vergrössert. Die Leitungsfähigkeit nimmt aber sehr schnell ab, sobald sie erkaltet sind. Unter Anwendung dieser einfachen Mittel erscheinen sie nahezu als vollständige Isolatoren.

Die Spannung des Elektroskops bei einem Ausschlag der Streifen von 60° schätze ich auf etwas über 1000 Volt, da sich schon aus dem Elektrophor-Teller beim Ertheilen dieser Ladung, Funken bis 1 mm Länge ziehen lassen.

Bedingungen dieser Art kommen beim Ballonfahren öfter vor.

Die in den höheren Schichten herrschende sehr grosse Trockenheit der Luft wirkt, namentlich unter dem Einfluss der Sonnenwärme, auf eine starke Austrocknung des Materials. Ist dann das Gas auch ausreichend trocken, was namentlich bei Wasserstoffüllung aus Stahlbehältern der Fall ist, so erhalten wir sehr schlecht leitende Ballonhüllen und Netzwerk.

In diesem Zustande weist nun das Material erstaunlich starke Erscheinungen auf.

Gewöhnliche Leinewand, Streifen von gewöhnlichem Baumwollenzeuge werden durch Reiben an Gas oder der gummirten Seite von Ballonstoff bis zum Funkensprühen elektrisch. Desgleichen, wenn die nicht gummirte Seite des Ballonstoffes an der gummirten Seite desselben gerieben wird.

Die Elektricität verbleibt in diesen Materialien verhältnissmässig lange.

Ich benutzte bei diesen Versuchen als Elektrophor ein Stück solchen Ballonstoffes. Der Ballonstoff verblieb über 7 Stunden elektrisch, so dass der Elektrophorteller für die Versuche noch ausreichend geladen wurde.

So ist es auch leicht möglich mittels dieses Stoffes einen Condensator herzustellen. Man braucht denselben nur auf Staniol zu legen, und ebensolches — unter Freilassung eines erforderlichen Randes — auf den Stoff, um die beabsichtigte Wirkung deutlich erkennen zu können.

Eine Flaschenladung ohne metallische Belegung nach dem Charakter der zerlegbaren Leydener Flasche liess sich nicht erzielen.

Nachdem der Condensator geladen war, so dass er Funken bis zu 1 mm Länge gab, wurden die Belegungen, welche, namentlich an der gummirten Seite, ziemlich fest an dem Stoff hafteten, unter Funkensprühen entfernt und kurz darauf wieder auf den Stoff gebracht. Es zeigte sich nunmehr, mit dem oben angegebenen Elektroskop geprüft, keine Spannung wieder. Wohl aber functionirte der Apparat sehr wohl als Elektrophor.

Weiterhin dürfte von Interesse sein zu wissen, von wie starken Spannungen der Stoff durchschlagen wird.

Von Funken von über 5 mm Länge wird der Stoff glatt durchschlagen, bei geringeren Schlagweiten scheint sich die Elektricität unter leichter Funkenbildung auf der Oberfläche des gummirten Stoffes zu verbreiten und es bleibt noch die Erklärung zu geben, wie es möglich ist, beim Reiben

von mehreren Stoffen aufeinander, Funken von mehreren cm Länge zu erhalten.

Wir haben es hier mit einer Condensatorenwirkung zu thun. Die aneinander geriebenen und elektrisch wirkenden Stoffe haften leicht zusammen. Die auf beiden Stoffen vertheilten Elektricitäten sind auf Schichten vertheilt, die ausserordentlich nahe aufeinander liegen.

Wir nehmen an, dass die trennende Schicht im Wesentlichen Luft ist. Da nun die Spannungsdifferenz in einem Condensator proportional ist dem Abstande der Platten, so folgt, dass wenn die Stoffe auseinander gezogen werden, die Spannungsdifferenz zunehmen muss.

Wenn z. B. der anfängliche Abstand 0,1 mm betrug bei einer Spannungsdifferenz von 100 Volt, so wird nach dem Auseinanderziehen der Stoffe bei einem Abstande von 10 mm die Spannung 1000 Volt betragen.

Nun ist es bekannt, dass die Funkenlänge viel schneller wächst, als die Spannungsdifferenz. Es ist also ersichtlich, dass wenn Anfangs überhaupt eine bemerkbare Ladung vorhanden war, beim Auseinanderziehen der Stoffe je nach den anfänglichen Bedingungen in einem ganz bestimmten Abstande, die Funken zum Ueberspringen kommen müssen.

Diese Ausführungen gelten natürlich nur solange in voller Strenge, als die Abstände der Flächen im Verhältniss zu ihrer Ausdehnung klein bleiben. Angenähert gelten sie aber für alle Fälle wo Reibungselektricität erzeugt wird. Die dabei erreichten hohen Spannungen rühren weniger von der Reibung selbst her, als von der Art und Weise, wie die auf der Oberfläche der elektrisirten Körper angesammelten Elektricitätsmengen von einander getrennt werden.

Hiermit dürften im Wesentlichen die elektrischen Eigenschaften des gummirten Baumwollenstoffes gekennzeichnet sein. Es erübrigt dann, ähnliche Ermittlungen für gefirnisstes Ballonmaterial anzustellen.

Die Imprägnirung mit 10%iger Chlorcalcium-Lösung vernichtet auch nach scharfer Trocknung alle obigen Erscheinungen.

Ob dieses Verfahren für alle Fälle ausreicht, bedarf aber noch der experimentellen Bestätigung, namentlich für den Fall, dass der Ballon mit Wasserstoff aus Stahlflaschen gefüllt ist.

Setzen wir in den Stahlflaschen einen Druck von 100 Atm. voraus und nehmen an, dass das Gas in den Flaschen mit Feuchtigkeit gesättigt ist, also eine relative Feuchtigkeit von 100% hat, so wird dasselbe nach dem Expandiren auf Atmosphärendruck nur noch 1% relative Feuchtigkeit haben. Dies ist eine ganz aussergewöhnlich grosse Trockenheit, und es lässt sich im Voraus wohl schwerlich beurtheilen, ob die hygroskopischen Eigenschaften des Chlorcalciums auch in solchem Falle ausreichend sind, um das Entstehen von hochgespannter Elektrizität zu verhindern. Diesbezügliche Versuche erfordern grössere Einrichtungen.

Versuche mit gefirnisstem Seidenstoff ergaben Resultate, welche denen des gummirten Baumwollenstoffes ziemlich ähnlich sind, nur dass bei diesem Stoff schon ein geringerer Grad von Trockenheit ausreicht, um merkliche Elektricitätserscheinungen hervorzurufen.

Vorläufige Versuche über die Ableitung der Elektricität aus elektrisirten, mit Chlorcalcium imprägnirten Stoffen durch imprägnirte Schnüre scheinen zu ergeben, dass, falls der Ballon in der Luft eine stärkere Ladung erhalten hat (auf andere Weise als durch Reiben), die Gefahr der Funkenbildung noch nicht völlig ausgeschlossen ist.

Diesbezügliche Versuche würden besser in etwas grösseren Dimensionen mit Versuchsballons gemacht werden.

Besondere Aufmerksamkeit verdienen die Ballonstoffe, sobald man sie mit anderen Körpern zu einem Elektrophor zusammenstellt.

Gewöhnlich gummirter Baumwollenstoff ergiebt hierbei — ohne vorher scharf getrocknet zu sein — Funken bis zu 1 cm Länge. Eine Flaschenladung ist, wie früher schon bemerkt wurde, im Allgemeinen nicht zu erzielen; dagegen ist dies möglich, wenn der Stoff vorher scharf getrocknet wurde. Ueberhaupt zeigen die Details der Versuche häufig Unregelmässigkeiten, welche ohne Berücksichtigung des Feuchtigkeitsgehaltes in der Luft und der mit den Stoffen vorgenommenen Manipulationen sich oft ohne Weiteres nicht erklären lassen. Wenn auch eine Flaschenladung erzielt und constatirt ist, so ist es mir jedoch nicht gelungen eine Entladung derselben nach Art der zerlegbaren Leydener Flaschen zu erzielen.

Es scheint also die Art der Elektricitätsvertheilung auf Ballonstoffen eine unmittelbare Gefahr nicht zu bieten.

Das Aluminium-Luftschiff C. Schwarz.

Von Hauptmann **Gross**.

Am 3. November, Nachmittags 3 Uhr stieg vom Tempelhofer Felde ein von dem verstorbenen Herrn Schwarz aus Aluminium hergestelltes, angeblich lenkbares Luftschiff auf, in dessen Maschinenraum der Schlosser Jagels, ein unlängst entlassener Soldat der Luftschiffer-Abtheilung, sich befand. Dasselbe fiel nach noch nicht 6 Minuten dauernder Fahrt, wobei es vom Winde getrieben 2,5 km zurücklegte, zwischen Schöneberg und Wilmersdorf zur Erde nieder, wobei es vollständig zusammenbrach, während es dem Insassen gelang, sich durch einen Sprung aus dem Schiffe bei der Landung zu retten.

So die nackte Thatsache gegenüber den spaltenlangen, theilweise unrichtigen, theilweise absichtlich aufgebauschten Berichten der Tagespresse.

Da es nicht ausgeschlossen erscheint, dass trotz des wenig günstigen Erfolges dieser ersten und letzten Fahrt des Luftschiffes, die doch recht kostspieligen Versuche mit einem neu zu erbauenden Schiffe wieder unter-

nommen werden könnten, so liegt es im Interesse aller Betheiligten, wenn über diesen ersten Versuch authentische Nachrichten vorliegen, und ein rein sachliches, durch keinerlei Interessen getrübtes Urtheil über den Erfolg von sachverständiger Seite gefällt wird.

Das Aluminium-Luftschiff C. Schwarz war ein nach einem bis in das kleinste Detail durchgerechneten Projecte genial erbautes Meisterstück moderner Metallarbeit, durch dessen Bau zunächst nachgewiesen worden ist, dass derartige grosse und leichte Hohlkörper constructiv möglich sind, eine Thatsache, die mit Recht bisher angezweifelt wurde.

Auf die Detailconstruction hier einzugehen verbietet die Discretion; aus den mit Genehmigung der Frau Schwarz beigegebenen bildlichen Darstellungen des Luftschiffes und des Maschinenraumes, welche nach photographischen Aufnahmen hergestellt sind, ist die allgemeine Construction des Luftschiffes genügend klar. Die Grössenverhältnisse desselben waren folgende: Länge 41 m, Durchmesser des cylindrischen Theiles 13,5 m, Cubicinhalt 3250 m^3. Die Hubkraft des Schiffes mit reinem Wasserstoffgas betrug ca. 3300 kg, wobei es ausser sich selbst noch eine Person und ca. 130 kg Ballast zu heben vermochte.

Die Füllung des Luftschiffes erfolgte nach einem vom Erfinder Schwarz ersonnenen Principe und gelang in wenigen Stunden, nachdem bei zwei früheren Füllungen es nicht gelungen war, die Luft genügend aus dem Hohlraume durch das Gas zu verdrängen. Die Gasdichtigkeit dieses Luftschiffes war keine genügende, indem es über Nacht ca. 300 cbm Gas verlor. Es soll indessen nicht bezweifelt werden, dass die Näthe der Aluminium-Bleche durch eine eingelegte Packung gasdichter hergestellt werden könnten, als dieses bei der ersten Anfertigung der Fall war; auch kann dieser Ballon, welcher 2 volle Jahre leer gestanden hat, wohl einige Löcher erhalten haben, sodass hierdurch die ungenügende Gasdichtigkeit veranlasst sein kann.

Nachdem der Ballon am 2. November gefüllt und am 3. nachgefüllt worden war, wurde er aus seinen Stützen gehoben und durch Mannschaften aus der Ballonhalle an den Halteleinen auf das freie Feld gezogen (Fig. 1 und 2). Das Wetter war für einen ersten Versuch nicht gerade günstig zu

Fig. 1.

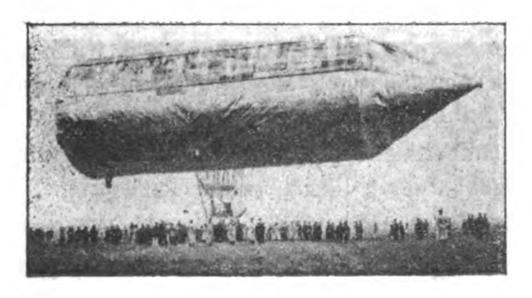


Fig. 2.



nennen, indem ein mässiger Ostwind von 5—6 m pro Secunde wehte. Der Himmel war vollständig mit sehr tief liegenden Wolken bezogen, aus denen zeitweise ein feiner Staubregen fiel. Der Versuch konnte indessen der Undichtigkeit des Ballons wegen nicht verschoben werden.

Ehe ich auf die Fahrt selbst eingehe, möchte ich über den Motor und die Treiborgane des Luftschiffes das Erforderliche berichten. In dem mit dem Gerüst des Schiffes starr verbundenen Maschinenraum (siehe Fig. 3)

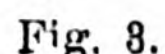
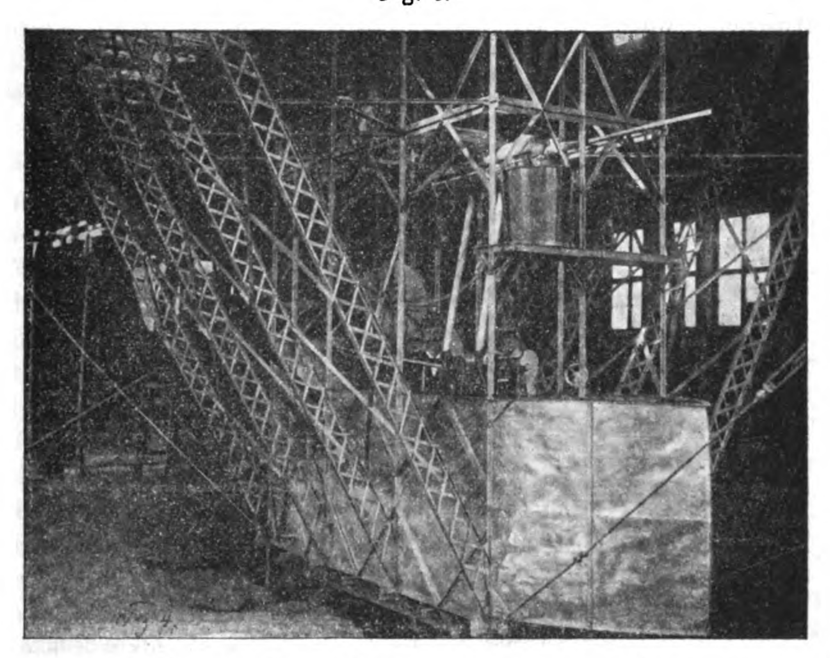


Fig. 3.



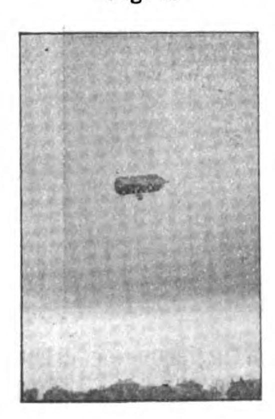
war der gleichfalls im Wesentlichen aus Aluminium-Legierungen erbaute Daimler'sche Benzinmotor untergebracht. Derselbe hatte bei ca. 400 kg Gewicht eine Kraft von 10—12 Pferdestärken. Durch Uebertragung mittelst Treibriemen wurde vom Motor die ca. 3 m grosse Schiffsschraube am hinteren Theile des Maschinenraumes, sowie 2 kleinere seitlich am Schiffskörper angebrachte Schrauben bewegt (siehe Figuren 1, 2 und 3). Die grosse Schraube war mit ihrer Achse verschiebbar, wodurch die feinere Steuerung erfolgen sollte, während ein Wenden des Schiffes durch Abstellen einer Seitenschraube erreicht werden sollte. Maschine und Treib-Organe functionirten, solange das Luftschiff auf seinen Stützen gelagert war, zur Zufriedenheit. Sobald nun aber das gefüllte Luftschiff sich selbst trug, traten jedenfalls geringe Deformationen ein, sodass die Maschine mit ihren Wellen nicht mehr absolut parallel zu den Wellen der Schrauben lag, wodurch ein unregelmässiger Gang der Maschine veranlasst wurde und namentlich die Treibriemen das Bestreben haben mussten, von ihren Wellen abzugleiten. Dass der Wind die Treibriemen herabgeweht habe, wie in

allen Zeitungen zu lesen war, ist ein directer Unsinn, denn in einem frei mit dem Winde fliegenden Ballon giebt es keinen Wind.

Als der Maschinen-Schlosser — Ingenieur ist dieser Mann nie gewesen — Jagels den Motor angehen liess, traten sehr heftige Erschütterungen im ganzen Schiffskörper ein, so dass diese schon meiner Ueberzeugung nach genügen konnten, die Treibriemen der Schrauben zu lockern. Für wenige Augenblicke war das Schiff befähigt, solange seine 3 Schrauben arbeiteten, dem Winde die Stirn zu bieten, also etwa 5—6 m Eigengeschwindigkeit zu entwickeln, wobei es von Mannschaften dicht über der Erde gehalten wurde.

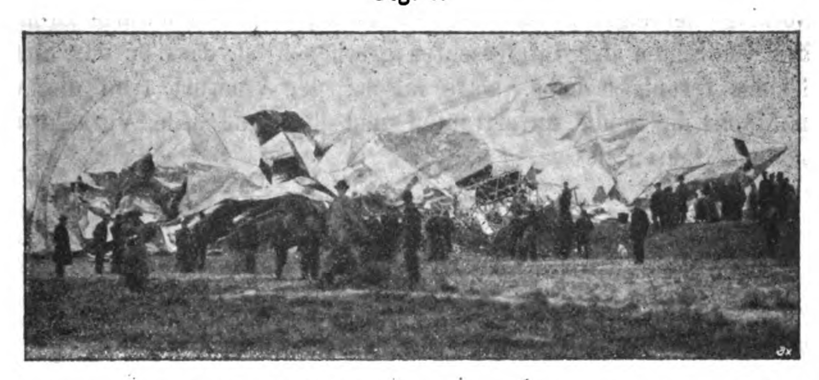
Hierauf wurde auf Ansuchen des p. Jagels das Luftschiff, welches während dieses kurzen Versuches stark Gas verlor, höher gelassen. Als hierbei die Maschine plötzlich aussetzte, erfasste der Wind die Breitseite des Ballons, welcher sich nun aus den Händen der Mannschaften frei machte und ziemlich rapide aufstieg. Hierbei traten sehr erhebliche Schwankungen des Schiffes auf, indessen stellte sich dasselbe, wie Fig. 4 zeigt, bald horizontal. Jagels bewahrte bei dem Aufstieg durchaus seine Ruhe und Kaltblütigkeit, was um so anerkennenswerther ist, als derselbe noch nie in einem freifliegenden Ballon sich befunden hatte, und versuchte den Motor wieder in Gang zu bringen, was ihm auch für wenige Secunden gelang. Der Ballon, welcher inzwischen sich drehend vom Winde ziemlich schnell entführt wurde, kehrte unter dem Einfluss der Schrauben seinen Schnabel in den Wind, so dass alle Zuschauer den Eindruck gewannen, als würde er nun gegen denselben ankämpfend zurückkehren, indessen versagte in diesem Momente die Maschine abermals, angeblich weil die Treibriemen von den Wellen fielen. Man sah nun das Luftschiff in den tiefliegenden Wolken verschwinden und nach ca. 6 Minuten hinter den Häusern Schönebergs aus den Wolken wieder auftauchen und zur Erde fallen. Eine Besichtigung am Ort ergab den kläglichen Anblick, welchen Fig. 5 (S. 295) darstellt. Der so schöne stolze Bau war vollständig zerknickt und zerbrochen, das Gas war längst aus den zahlreichen klaffenden Löchern entwichen. Der Luftschiffer Jagels hatte sich bei dieser Fahrt durchaus sachgemäss benommen, er hatte, sobald er einsah, dass die Maschine nicht mehr zu gebrauchen war, diese ausgelöscht, dann als der Ballon in die Wolken stieg, das Ventil geöffnet. Dass er den Ballon bei der Landung irgendwie geführt habe, davon kann keine Rede sein, er hatte das Glück, an einer geeigneten Stelle zur Erde zu fallen und konnte sich durch einen Sprung aus dem Maschinenraum retten, noch ehe der Ballon über diesem

Fig. 4.



zusammenkrachte. Aus Ort und Zeit der Landung ergiebt sich eine Fahrgeschwindigkeit, oder was dasselbe ist, eine Windgeschwindigkeit von 7 m pro Secunde in der Höhe der Wolken, d. h. in ca. 300 m Höhe.

Fig. 5.



So war der thatsächliche Verlauf dieses recht rudimentären Versuches; Alles was sonst noch von den Zeitungen hinzugesetzt ist, beruht auf Irrthum oder Entstellung.

Fragen wir uns nun, was hat dieser Versuch gezeigt und erwiesen? Das wichtigste, ja eigentlich einzige Ergebniss ist, dass dieser Versuch gezeigt hat, es sei möglich, ein Luftschiff in starrer Form ganz aus Aluminium zu erbauen, es zu füllen und zum Aufstieg zu bringen.

Der Versuch hat ferner bewiesen, dass die Maschine nicht genügend leistungsfähig und vor allen Dingen nicht betriebssicher genug ist. Mit der maschinellen Ausstattung konnte dieses Schiff etwa 5—6 m Eigenbewegung pro Secunde erzielen. Dieses Resultat ist als ein negatives zu bezeichnen, da nach den Rechnungen der Maschinen-Ingenieure die Eigengeschwindigkeit des Schiffes wenigstens 10 m pro Secunde betragen sollte, und eine geringere Geschwindigkeit praktisch keinen Werth besitzt. Es hat sich ferner gezeigt, dass Luftschiffe in starrer Form ungemein zerbrechliche Fahrzeuge sind, die bei jeder Landung, wenn ein Aufstoss des Schiffes auf die Erde nicht vermieden werden kann, scheitern werden. Da ein solches Luftschiff in ungefülltem Zustande nicht transportabel ist, so wird es, wenn es nicht in seinen Hafen zurückkehren kann, unbrauchbar sein. Solange also einem Luftschiffe nicht eine so vollkommene Lenkbarkeit ertheilt werden kann, dass es unter allen Umständen zurückkehren kann, solange sind Luftschiffe in starrer Form verfehlte Constructionen.

Obgleich es nur mit Freuden begrüsst werden muss, wenn die Versuche zur Lenkbarmachung des Luftschiffes praktisch fortgeführt werden, denn selbst bei einem negativen Resultate kann man dabei viel lernen, so sind doch diese Versuche so kostspielig, dass es andererseits die Pflicht des Sachverständigen ist zu warnen, leichtfertig an solche Constructionen heranzugehen, deren Erfolg keine Wahrscheinlichkeit besitzt. Wie ich es erklären

und entschuldigen soll, dass ein so kostbares Stück, wie das Schwarz'sche Luftschiff von einem Mann geführt wurde, der nie vorher eine Ballonfahrt gemacht, geschweige denn eine solche geführt, darüber bin ich in Verlegenheit; ich könnte nur anführen, dass durch den Tod des Erfinders eine Art Nothlage herbeigeführt worden sei. Dem p. Jagels Vorwürfe zu machen, wie dies von Seiten der Interessenten geschehen ist, dass er das Scheitern des Schiffes veranlasst habe, wäre falsch: der Vorwurf trifft die, welche diesem Mann ihr Schiff anvertrauten und ihn ohne jede Vorkehrung für die Landung fahren liessen.

Die Führung des Freiballons.

Von **Gross**, Hauptmann der Luftschiffer-Abtheilung.

(Vortrag gehalten in der Sitzung des Deutschen Vereines zur Förderung der Luftschiffahrt am 22. November 1897.)

Seitdem der Deutsche Verein zur Förderung der Luftschiffahrt diese selbst praktisch anszuüben mit gutem Erfolge begonnen hat, darf die Befähigung zur geschickten Führung des Ballons nicht mehr ein Monopol Weniger und zwar zumeist der Offiziere der Luftschiffer-Abtheilung bleiben, vielmehr liegt dem Vereine jetzt auch die Pflicht ob, sich aus seinen Mitgliedern heraus eigene neue Ballonführer heranzubilden.

Die Führung des Ballons, der bei seiner Fahrt mehr noch dem Wechsel des Elementes, in dem er sich bewegt, ausgesetzt ist als ein Schiff, welches den Ocean durchkreuzt, lässt sich zwar nur praktisch erlernen; indessen wird diese Praxis der Führung des Ballons sich nur der schnell und sicher aneignen können, welcher die Gesetze kennt, deren Einfluss sein Ballon unterworfen ist.

Ehe wir daher daran gehen, einige Schulfahrten für unsere neuen Ballonführer auszuführen, sei es mir gestattet, einen oder mehrere Vorträge hier über die Theorie der rationellen Führung des Luftballons zu halten.

1. Gleichgewichts-Gesetze des Ballons.

Ein Luftballon unterliegt hinsichtlich seines Gleichgewichtes in der Luft dem bekannten „Archimedischen Princip“: Jeder Körper wird im Wasser um so viel leichter als das verdrängte Volumen Wasser wiegt. Dasselbe gilt auch für die Luft: Jeder Körper verliert soviel an Gewicht in der Luft, als das durch ihn verdrängte Volumen Luft wiegt. Wiegt also dieses verdrängte Volumen Luft mehr als der Körper, so wird er in dieser aufsteigen müssen.

Ein Luftballon ist nun ein solcher Körper, der vermöge seines geringeren specifischen Gewichtes als die Luft in dieser aufsteigen muss und je nach der Grösse der Differenz der Gewichte eine mehr oder weniger grosse Last mit sich emporzuheben vermag.

Folgende Formel $A = V(d - d') - G$ drückt mathematisch die Gleichgewichts-Bedingung des Ballons aus, wobei A den Auftrieb in kg, V das Volumen des Ballons in cbm., d das specifische Gewicht der Luft, d' das des Füllgases und G das tote Gewicht des Ballons mit Allem, was drum und dran hängt, bezeichnet.

Wenn also diese Factoren constant blieben, so müsste der Ballon unter der Voraussetzung, dass der erste Ausdruck auf der rechten Seite der Gleichung grösser als der zweite ist, bis in das Unendliche zum Himmel emporsteigen.

Aber die Natur hat auch hier dafür gesorgt, dass wie die Bäume so auch Ballons nicht bis zum Himmel wachsen. Es giebt in der Gleichgewichts-Formel einen Factor, welcher beim Aufstieg immer kleiner wird, während die übrigen Werthe dieselben bleiben. Es ist dies die Differenz $d-d'$. Die Dichtigkeit der Luft sowie die des Füllgases nimmt nämlich mit jedem m Erhebung bekanntlich ab, und hiermit auch der Werth der Differenz $(d-d')$, da Luftdruck und Höhe im umgekehrten Sinne sich ändern. Es wird daher bald eine Höhe von dem Ballon erreicht werden, wo $V(d-d') = G$ also $A = 0$ wird oder mit anderen Worten: der Ballon wird aufhören zu steigen, er befindet sich, wie der Luftschiffer sagt, in seiner Gleichgewichts-Zone.

In dieser müsste er nun, wenn sich nichts an ihm oder um ihn änderte, weiterfliegen, wie das Segelschiff auf dem Ocean.

Indessen dem ist leider nicht so, vielmehr ist sein Gleichgewicht im Luft-Ocean den mannigfaltigsten und complicirtesten Störungen unterworfen, die dem Ballonführer die Leitung sehr erschweren, ja theilweise unmöglich machen. Betrachten wir zunächst die Ursachen dieser Gleichgewichts-Störungen.

2. Störungen des Gleichgewichtes des Ballons in der Luft.

Wir theilen diese Störungen:

1. in solche, welche vom Gase herrühren und zwar:
   a. durch wechselnden Luftdruck,
   b. durch wechselnde Temperatur,
   c. durch wechselnde Feuchtigkeit.
2. in solche, welche durch das Ballon-Material hervorgerufen werden und zwar:
   a. durch Gasundichtigkeit der Hülle (Diffusion),
   b. Gewichtsveränderungen unter dem Einflusse der Feuchtigkeit und Temperatur,
3. in solche, welche durch besondere Zustände der Atmosphäre erzeugt werden, also durch besondere Witterungserscheinungen.

1. a. Der Luftdruck nimmt, wie wir schon wissen, mit jedem m Erhebung des Ballons ab. Das im Ballon enthaltene Gas hat mithin das Bestreben, sich auszudehnen und würde, wenn man dem Ueberdrucke keinen Abfluss gestattete, schliesslich die Hülle, die nur verhältnissmässig geringe Festigkeit besitzt, zersprengen. Es muss daher dem sich ausdehnenden Gase ein Austritt gestattet werden, und dieses geschieht beim Freiballon durch den principiell offen bleibenden Füllansatz, welcher hierfür eine im richtigen Verhältniss zur Grösse des Ballons stehende Weite besitzen muss.

Um ein Beispiel zu nennen von der Grösse dieser Ausdehnung, sei erwähnt, dass ein 1000 cbm fassender Ballon in 1000 m Höhe 114 cbm nur in Folge des geringeren Luftdruckes zum Füllansatz ausstösst.

Bei der Landung wird dieser Gasverlust direkt sichtbar, indem der untere Theil des Ballons schlaff wird.

1. b. Die Temperatur hat auf das Ballongas einen wesentlichen Einfluss, und zwar so, dass zunehmende Wärme dasselbe stark ausdehnt, abnehmende es zusammenzieht. Es werden also durch Temperaturwechsel dauernde Gasverluste erzeugt. Hierbei spielt die strahlende Wärme der Sonne eine Hauptrolle, welche ja durch jede Wolke, welche vor die Sonne tritt, wesentlich beeinflusst wird und überhaupt in grossen Höhen besonders stark wirkt.

Um ein Bild von der Grösse dieses Einflusses zu geben, sei erwähnt, dass jeder cbm Gas sich bei einer Temperatur-Zunahme von 1° C. nach Regnault

um $^1/_{273}$ seines Volumens ausdehnt. Ein Ballon von 1000 cbm Inhalt würde also z. B. bei einer Temperatur-Zunahme von 20° C. — und diese Zunahme ist nur die mittlere — um ca. 78 cbm an Volumen zunehmen müssen, oder vielmehr, da er dieses nicht kann, 78 cbm Gas zum Füllansatz ausstossen. Also auch dieser Einfluss bedingt eine Oeffnung am Ballon. Der umgekehrte Fall tritt natürlich ein, wenn das Gas sich wieder abkühlt.

1. c. Die Feuchtigkeit spielt insofern eine Rolle, als feucht werdendes Gas schwerer wird, trockenes Gas ein geringeres Gewicht besizt. Da während der Fahrt namentlich bei Berührung von Wolken wechselnde Feuchtigkeit entsteht, so giebt auch dieser Punkt Veranlassung zu Gleichgewichts störungen.

2. a. Gleichgewichtsstörungen, welche durch das Ballon-Material bedingt werden, hängen natürlich in erster Linie von der Güte und tadellosen Beschaffenheit des Materials, in Sonderheit der Ballonhülle, ab. Es ist selbstverständlich, dass ein alter morscher oder gar mit Löchern behafteter Ballon nicht lange in der Luft schwebend zu erhalten ist. Aber auch der vorzüglichste Ballon verliert dauernd durch die Diffusion des Gases an seiner Oberfläche an Auftrieb, da bekanntlich Wasserstoffgas selbst durch Metallbleche hindurch diffundirt.

2. b. Die Gewichts-Zunahme des Ballons durch Belastung mit Regen, Schnee, Eis, Reif und Feuchtigkeit kann eine sehr erhebliche, namentlich bei grossen Ballons, sein. Beim Abschmelzen oder Abtrocknen solcher Niederschläge an der Sonne kann die Gewichts-Erleichterung hierdurch wieder zu grossen Gleichgewichts-Störungen führen.

3. Hierzu treten nun Gleichgewichtsstörungen, welche durch besondere Witterungserscheinungen entstehen.

a. Einfluss der Wolken.

Wolken sind condensirter Wasserdampf, sie sind daher schwerer als die Luft und sinken dauernd zu Erde nieder, ohne dass das menschliche Auge dieses bemerken kann, da sie sich stets von Neuem bilden und die fallenden Theile sich auflösen.

Die Wolken üben einen abkühlenden Einfluss auf das Ballongas aus und belasten ihn ausserdem häufig mit Feuchtigkeit. Ein lang andauernder Aufenthalt wird daher in denselben mit dem Ballon nicht möglich sein.

Geschlossene Wolkenschicht.

Bei dem Eintritt in die Wolken steigt der Ballon zunächst rapide, weil das vorläufig noch warme und trockene Gas in der kälteren nassen Luft der Wolken besser trägt. Dann aber, wenn das Gas sich ebenfalls abgekühlt hat und feucht geworden, ist fällt der Ballon dafür um so schneller.

Tritt der Ballon an die Oberfläche der Wolken, so schwimmt er oft lange Zeit auf derselben, er kann zunächst noch nicht in die wieder leichtere warme, trockene Luft hinein, bis auch er sich wieder erwärmt und getrocknet hat. Dann aber steigt er stetig und ruhig bis in seine Gleichgewichts-Zone hinauf und fährt in dieser viel gleichmässiger als unter der Wolke. Beim Fall tritt das Umgekehrte ein, er prallt auf der Wolkenoberfläche wie ein Ball auf dem Wasser ab und schwimmt längere Zeit auf derselben, ehe er in die Wolke selbst hineinfällt. Dann aber nimmt die Fallgeschwindigkeit rapide zu, sobald sich der Ballon abgekühlt hat.

Cumulus-Wolke.

Ganz wesentlich anders sind die Einflüsse einzelner sogenannter Cumulus-Wolken. Sie verdanken ihre Entstehung aufsteigenden Luftströmen, sie sind daher auch in stetiger Umwälzung begriffen, im Gegensatz zu der Stratus-Wolkenschicht, welche in sich gleichförmig mit dem Winde sich verschiebt. Ein wildes Durcheinanderrasen der Wolken-Moleküle charackterisirt die Cumulus-Wolke. Der Ballon kommt nur selten in diese Wolke hinein, nur wenn sie sehr grosse Ausdehnung besitzen, kann er sie nicht umgehen oder überspringen, was er sonst thut. Es ist dies so zu erklären, dass diese Wolken durch ihre eigene Bewegung der Luftmassen in sich dem Ballon einen Widerstand entgegensetzen. Man könnte sie mit schwimmenden Eisbergen im Ocean vergleichen. In ihrer Nähe sind Wirbel vorhanden, die den Ballon oft Hunderte von Metern emporheben und zu Pendelungen Veranlassung geben, die sonst der freie Ballon gar nicht kennt.

Gewitter-Wolke.

Die Cumulus-Wolke ist die Trägerin des Gewitters.

Das Gewitter ist die dem Ballon gefährlichste Wettererscheinung. Man wird stets gut thun, ihm zu entgehen zu versuchen, indem man entweder vor dem Gewitter schnell landet oder über dasselbe zu fliegen versucht. Bei dem Ausbruch des Gewitters pflegen sehr starke und unregelmässige Winde aufzutreten, auch sind ja Hagel oder strömender Regen die gewöhnlichen Begleiterscheinungen desselben. Die Gefahr eines gewaltsamen elektrischen Ausgleiches zwischen Ballon und Wolken erscheint nicht ausgeschlossen, Elmsfeuer an den Metalltheilen des Ballons (z. B. am Anker) sprechen dafür. (Schluss folgt.)

Kleinere Mittheilungen.

Kritische Bemerkungen. Unter dem Titel: „Ueber die Möglichkeit der reinen Aviatik" liess Herr A. Platte kürzlich einen Artikel erscheinen, der so aggressiv vorgeht, dass Schreiber dieses sich versucht fühlte, durch eine gelinde Kritik desselben den abweichenden Meinungen wieder etwas mehr Spielraum zu verschaffen. Er hoffte, seine „Mittheilungen aus amerikanischen Veröffentlichungen" würden ihn einer solchen Aufgabe entheben, doch scheinen sie den erwarteten Effect nicht gehabt zu haben, denn, obschon lauter nüchterne Thatsachen enthaltend, wurden sie von Herrn Platte auf das unbefangenste totgeschwiegen. Herr Platte scheint von Hargrave, von Herring, von Langleys grossen, mit continuirlichem Dampfmotor fliegenden Modellen, bei denen Kraftverbrauch etc. wissenschaftlich exact gemessen wurden, nichts zu wissen. Das würde Unterzeichneter ihm gern vergeben, wenn er nicht die Existenz von Maxim so harmlos ignorirte; denn die andern könnte man ja verhältnissmässig als Bagatellen auffassen.

Auf Grund ziemlich umfassender Studien über Maxims Arbeiten (die sich leider bis jetzt nur aus englischen Quellen schöpfen zu lassen scheinen[1]) ist Unterzeichneter in der Lage, Herrn Platte davon zu unterrichten, dass Herr Maxim wenn er nicht die „terra incognita", den Wind zu fürchten hätte, jeden Moment seine erste Luftreise mit einer Geschwindigkeit von 86 englischen Meilen in der Stunde antreten könnte. Im Fall man an der Möglichkeit der Länge dieser Fahrt zweifeln möchte, liesse sich, von sonstigen Argumenten abgesehen, vorschlagen, dass Herr

[1]) Für Herrn Ritters Ansicht vom Vorzug rauher Flügel wäre eine gewisse Stelle im „Century magazine" sehr belehrend.

Maxim den einen der 8 Passagiere, die seine Maschine bereits durch die Luft beförderte, zu Haus liesse und anstatt dessen das gleiche Gewicht Naphta mehr mitnähme. (Der Maximsche Condensator ist ein Erfolg). Zur Noth liesse sich auch der andere zurücklassen; man sieht, es ist gar kein Grund zu dieser Sorge vorhanden um so mehr aber zu jener, dass die drei kühnen Aëronauten nicht wieder lebendig zur Erde kämen. — Unterzeichneter gestattet sich, Herrn Platte den Standpunkt von Herrn E. Kreiss zu der Erwägung zu empfehlen, dass, wenn solch eine ganz entgegengesetzte Anschauung überhaupt gefasst werden konnte, die seinige entschieden nicht mit dieser Schärfe zu behaupten ist.

Jener liegen thatsächlich zwei gesunde Gedanken zu Grunde: Herr Kreiss hat erkannt, dass, wenn als Hauptsache die Stabilität der Maschine und dann die nöthige Geschwindigkeit der Flächen (bei sehr spitzem Berührungswinkel) gegen die Luft erreicht ist, der Kraftbedarf nur eine kleine Rolle spielt. Warum er dies obstinat nur mit seinem abstract verdrehten Begriff vom Schraubenflieger durchsetzen will und gegen andere Ideen so intolerant ist, mag seine Sache bleiben, und es ist hier nicht der Ort, darauf, wie auf seine sonstigen Trugschlüsse einzugehen. Der Satz aber soll hier ausgesprochen werden: dass es sich beim Fliegen ganz in letzter Linie um die Tragkraft der Luft, sondern vor allem um die Behauptung der Stabilität und sicheres Landen (dann kann man ohne Motor schon, Gott weiss wie weit, von einem Ballon aus fliegen) und in Bezug auf die Motorfrage um Ueberwindung des gesammten Stirnwiderstandes handelt. Gegen diesen spielt der Widerstand der Tragflächen selber gegen die Vorwärtsbewegung bei den grossen Geschwindigkeiten, um die es sich beim Flug handelt, nur die kleinste Rolle, das Tragen versteht sich somit schon von selbst[1]). Aber stelle einmal jemand z. B. einen Motorwagen her von so leichtem Gewicht, wie die Flugmaschine haben muss und verlange von ihm, er solle, auch auf ebenem Wege die Geschwindigkeit entwickeln, welche die Flugmaschine haben muss, so wird er sehen, dass die Sache nicht so einfach, wohl aber theoretisch ganz leicht verständlich und nur praktisch schwer auszuführen ist. (Was nutzt uns, möchte ich fragen, denn eigentlich diese ganze verwickelte Rechnungstheorie à la Dr. Jacob etc., bringt sie uns dem Ziel des praktischen Erfolges denn auch nur im geringsten näher?) Unmöglich aber ist sie gewiss nicht; Unterzeichneter hatte noch diesen Sommer Nachricht von Herrn Herring aus Chicago, dass dessen Benzinmotor (bestimmt für eine Aërocurve von Lilienthal'schen Dimensionen) der leider seitdem durch ungenügende Kühlung in seiner ersten Gestalt verdorben ist, mehr Kraft entwickelte, als irgend gebraucht wurde, von Maxims Erfolgen im grossen ganz zu schweigen.

Man sieht, die Amerikaner übernehmen jetzt wieder einmal, wie schon manchmal in der Technik, die Leitung, und beuten (wie sie selbst gestehen) aus, was wir durch Lilienthal, den sie hochachten, ihnen geliefert haben. Hätte Lilienthal selber etwas mehr amerikanischen praktischen Intinkt gehabt, und etwas weniger von seiner ja so unendlich sympathischen, deutschen, künstlerisch genialen Versenkung in die Naturbeobachtung, die ihn verleitete, es allzukühn den Störchen ganz gleich nachmachen zu wollen, so hätten wir ihn noch und er wäre schon weit. Aber so sollen wir die Augen nicht dagegen verschliessen, dass uns die Amerikaner jetzt was lehren können. Bezüglich auf Herrn A. Samuelson's (dessen originelle und klare Theorie ich schätze) Ausspruch von Lilienthals sonderbarer Ueberschätzung des Nutzens der Flächenwölbung möchte ich (ohne Bezug auf den betreffenden Zusammenhang) hier soviel erwähnen, dass im Verlauf der letzten Jahre alle Amerikaner incl. Maxim, der sich lange sträubte, die Benennung Aëroplan mit Aërocurve vertauscht haben. Um zu Herrn Platte zurückzukehren, möchte

[1]) Wenn der Berührungswinkel dem Wind stets angepasst wird.

ich in Kürze als meine unmassgebliche Meinung aussprechen, dass er mit seiner theilweisen Entlastung einen complicirten, gefährlichen Ballon erzielen wird und nichts weiter. Der „Wellenflug" ist ein Hirngespinst und bietet gegen den horizontalen so wenig Vortheil wie eine wellenförmige gegen eine horizontale Eisenbahn. Er entspringt nur aus der, wie Herr Samuelson sich hübsch ausdrückt, allzu „philosophischen" Tendenz mancher Denker, welche die Theorie des Fluges garnicht complicirt genug machen zu können glauben. Wenn man die Trugschlüsse nur hinter der nöthigen Complicirtheit versteckt, lässt sich auch die Möglichkeit des perpetuum mobile mit allem Scharfsinn und Wissenschaftlichkeit beweisen. Herrn Buttenstedts Auffassung, der bei Bethätigung seiner unerschöpflichen Spannungstheorie auf terra firma uns ohne weiters mit diesem nützlichen Instrument beglücken könnte, ist ein Beispiel hierfür. Zum Schluss möchte ich noch bemerken, dass wer je auf einem Fahrrad seine Kraft mit der des Windes (bei der minimalen Angriffsfläche, die dieser am menschlichen Körper findet) gemessen hat, schwerlich auf die Idee einer theilweisen Ballonentlastung, (die theoretisch beim Bergauffahren nicht zu verachten wäre) gerathen würde. Beim leichtesten Wind oder irgend lebendigem eignem Temperament würde er sich dafür bestens bedanken, denn der Schneckengang ist nicht jedermanns Geschmack. Dass auch diese höchst einfache Analogie übersehen wurde, ist wieder ein Beweis dafür, wie oft die Herrn Flugtheoretiker vor lauter Bäumen den Wald nicht sehen. —

Hieran möchte ich noch einige interessante Beobachtungen des Mövenfluges anschliessen, die ich kürzlich vom Oceandampfer aus machen konnte. Auf dem Deck eines solchen Schiffes befindet man sich so hoch, dass man die Vögel in Schaaren zu hunderten fast in greifbarer Nähe hat und da sie gegen den Wind zu fliegen haben, um beim Schiff zu bleiben, machen sie einem das Studium fast so bequem, wie sie mit aller Absicht nur könnten. Es kam mir wieder recht zum Bewusstsein, in welch „hundert Gelenken zugleich" solch ein Mövenflügel sich regt. Jeden Moment ein neues Bewegungsbild, das sich kaum je zu wiederholen scheint, soviel Combinationen sind möglich. Die Bewegungen sind so leicht und elastisch und sensitiv „leggiero", dass man sie eigentlich nur mit denen der Hand eines geübten Pianisten gut vergleichen kann. Für die Schwierigkeit des Segelfluges ist oft so recht charakteristisch ein nervöses Zittern, das immer ab und zu einen oder beide Flügel überläuft (womit dem Vogel nicht gerade die modernen „Nerven" zugesprochen werden sollen). Das Segeln ist auch alle Augenblicke durch etwas Schlagen unterbrochen, manchmal ist dieses kaum zu bemerken, oft scheint sich der Vogel durch einen einzigen Schlag nur auf der einen Seite heben und wieder in Position bringen zu wollen. Die Richtung des Flugs ist zum Theil ganz regellos und scheint im einzelnen gänzlich von den veränderlichen Eigenschaften des Segelwindes abzuhängen, plötzliches Drehen, Heben oder Senken, Seitwärtstreiben sind ganz selbstverständlich. Wenn gar die Füsse auch noch ausgestreckt werden müssen, um das Gleichgewicht zu bewahren, macht der Vogel einen ganz „echauffirten" Eindruck.

Jedenfalls erscheint mir sicher: wenn man den Vogelflug genau nachahmen und praktische Resultate erzielen will, was ich überhaupt für eine prekäre Sache halte, darf man es sich nicht an einer so naiven Art und Weise, wie sie von Lilienthal angewandt wurde, genügen lassen. Gewiss aber erinnern diese Möven nie an was anderes, als an einem regulirten Drachen; man möchte sich oft nach der Schnur umsehen. Charakteristisch für das ganze Bewegungsbild ist eine gewisse gespannte Starrheit in der ausgestreckten Flügelform, verbunden mit intensivstem Leben in allen einzelnen Gelenken. Grade hierdurch verkörpern diese Möven besser als irgend was andres den Begriff des „Schwungvollen." —

New-York, October 1897. Carl Dienstbach.

Mitnahme von Material zu einer Ballon-Neufüllung. Ueber die Möglichkeit, eine genügende Menge von Chemikalien im Ballon mitzunehmen, um das zu einer Neufüllung erforderliche Gas zu erzeugen, die schon einmal in dieser Zeitschrift (Bd. XV, S. 282) erörtert wurde, hat der Chemiker, Ingenieur John Landin in Stockholm, kürzlich einen Vortrag gehalten, in welchem er zu dem Ergebniss kommt, dass die Mitnahme sowohl von Eisen und Schwefelsäure, als auch von Natrium unthunlich sei, da von dem ersteren 77 kg, vom Natrium 28 kg erforderlich sind, um 1 kg Wasserstoff zu entwickeln. Dagegen empfiehlt der Vortragende Lithium, von dem 7 kg mit der erforderlichen Quantität Wasser 1 kg Wasserstoff zu liefern vermögen. Obgleich der Preis des Lithiums jetzt ein so hoher ist, dass von einer praktischen Verwendbarkeit für diesen Zweck vorläufig noch keine Rede sein kann, glaubt Herr Landin doch, dass, wenn erst ein Bedürfniss vorliege, neue Lithionquellen erschlossen werden würden, ähnlich wie es mit dem Thorium der Fall war, das vor der Erfindung des Gasglühlichtes zu den seltensten Elementen gehörte, während jetzt durch die Verwerthung von thoriumhaltigem Monacitsand aus Brasilien und Nordamerika, sowie durch verbesserte Herstellungsmethoden der Preis bedeutend gesunken ist. Der Vortragende wies insbesondere auf den Lithionglimmer Lepidolit hin, von dem eine Probe aus Utö einen Gehalt von 5·67% Lithiumoxyd aufwies, d. h. ebensoviel als der Thoriumoxydgehalt des brasilianischen Monacitsandes beträgt.

An eine Verwirklichung dieses Projectes ist in absehbarer Zeit nicht zu denken, denn abgesehen davon, dass die Kosten des reinen Lithiums auch nach dem Eintreten dieser prophezeihten günstigen Umstände immer noch viel zu hoch und das Gewicht des mitzuführenden Lithiums immer noch recht beträchtlich — etwa $^1/_2$ kg für jeden Cubicmeter Ballonvolumen — sein würde, bleibt zu bedenken, dass eine Neufüllung in unbewohnten, namentlich in arktischen Gegenden, die Herr Landin speciell im Auge hat, selbst wenn der erforderliche Wasserstoff vorhanden wäre, noch eine ganze Reihe anderer Schwierigkeiten darbietet, die in dieser Zeitschrift nicht erst besonders aufgeführt zu werden brauchen.

O. Baschin.

Berichtigung.

In Heft 9 sind einige Druckfehler stehen geblieben, die hiermit berichtigt werden.

Seite 244 zwischen Zeile 4 und 5 von unten fehlen die Worte: „werden muss“.

	anstatt:	soll es heissen:
Seite 245 Zeile 8 von unten	$\frac{p}{2}$	$\frac{\pi}{2}$,
Seite 246 Zeile 7 von oben	Senkefeldes	Schwerefeldes.

Das Flugprincip und die Schaufelrad-Flugmaschine.

Von **Gustav Koch.**

(Schluss.)

Die tragende, dem System auch den Charakter von Segelrädern verleihende Wirkung der den Scheitelpunkt passirenden Schaufeln kann nach Belieben verstärkt und abgeschwächt werden, je nachdem durch entsprechendes Manövriren mit dem betreffenden Mechanismus, die Schaufeln den Zenith der Räder in einer mehr oder weniger nach vorne oder rückwärts geneigten Stellung passiren.

Es involvirt dies die denkbar günstigste Art der Steuerung des Fahrzeuges nicht nur in der verticalen, sondern, je nachdem nur mit dem einen oder anderen Rad, resp. mit dem deren Schaufelstellung regulirenden Mechanismus manövrirt wird, auch nach rechts und links.

Es bietet diese sich solcherart ergebende Möglichkeit den Auftrieb während der Bewegung des Luftschiffes nach Bedarf zu verstärken und abzuschwächen, das willkommenste Aequivalent für die vom Vogel zu demselben Zwecke beliebig prakticirte Vergrösserung oder Verkleinerung seiner Tragflächen, wie auch durch einseitiges Manövriren Schiefstellungen des Fahrzeuges behufs Steuerung herbeigeführt, oder, wenn durch äussere Einwirkungen oder Verkehr im Innern veranlasst, ausgeglichen werden können, was ohne Schwierigkeit selbst automatisch wirkend ausgeführt werden kann.

Ein weiterer Factor, mit dem beim Schaufelradluftschiffsystem zu rechnen ist und der als weiterer und Hauptvortheil desselben ausschlaggebend in die Waagschale fällt, indem er die Bedingung, das Fahrzeug trotz der Excentricität im Verhältniss von Schwerpunkt und Druckmittel der Tragflächen, in relativ horizontaler Lage zu erhalten, erfüllt, ist die „Reactionskraft", die „Drehwirkung des Motors".

Die rückwirkende Kraft, der Rückstoss des Motors, (dieselbe Kraft, welche beim Einschraubenaëroplane dessen Seitwärtsneigung nach der der Rotation der Schraube entgegengesetzten Richtung bewirkt) will das Fahrzeug um die Achse der Schaufelräder nach hinten drehen, indem sie mit der der Wirkung der Letzteren gleichen Energie das Vordertheil des Vehikels hebt und das Hintertheil niederdrückt, das Ganze hintüberkippen machen will.

Dies ist jedoch nicht möglich, da die Luft unter den Tragflächen, von welch letzteren der grössere Theil sich hinter der Achse der Schaufelräder

und hinter dem Schwerpunkte des Ganzen befindet, dagegen drückt.

Das motorische, nicht durch directe oder indirecte Schwerpunktsverschiebung nach hinten herbeigeführte Niederdrücken des Hintertheiles des Fahrzeuges muss aber, da letzteres freischwebend und sich mit einer gewissen Geschwindigkeit fortbewegend zu denken ist, der Apparat aber die Luft ausschliesslich nur mit seinem Gewichte belasten kann, ebenso wie die besprochenen Muskelcontractionen beim Vogel, entlastend auf das Vordertheil desselben wirken, d. h. das Vordertheil hat einen geringeren als den seinem Gewichte entsprechenden Luftdruck unter sich und es ist daher das Vehikel, nachdem es in Folge der Drehwirkung der Reactionskraft des Motors aus der durch die Schwerpunktsverhältnisse bedingten, nach vorne geneigten Lage, in eine horizontale Stellung gezwungen wird und die Tragflächen, gemäss ihrer, dem excentrischen Schirme ähnlichen Anordnung am Körper des Fahrzeuges, hebelartig nach vorne wirken, in intensiver Weise geneigt, sich, wie Letzterer, dem hinten bestehenden Ueberdruck der Luft durch Abgleiten von demselben nach vorne zu entziehen.

Da die Reactionskraft des Motors, so lange solcher in Thätigkeit ist, constant wirkt, so tritt auch dieses, die Vorwärtsbewegung begünstigende Verhältniss in Permanenz, mag der betreffende Apparat sich in horizontaler oder auch in einer leicht nach hinten geneigten Stellung befinden.

Es ist dies besonders für letzteren Fall von grösster Wichtigkeit und daher nothwendig, bei diesem Punkte noch etwas länger zu verweilen.

Erinnert man sich des Vorganges bei dem eingangs erwähnten Versuche mit der von Herrn Professor Wellner auf dem Spielberge bei Brünn schaukelartig aufgehängten, gewölbten Fläche, welche von dem schief von unten kommenden Winde getroffen nicht zurückgetrieben wurde, sondern sich hebend, demselben entgegenbewegte und vergleicht man den betreffenden Vorgang mit den Verhältnissen, welche bei unserem, durch die Reactionskraft des Motors in eine leicht nach hinten geneigte Stellung gebrachten und in Vorwärtsbewegung befindlichen Flugapparat obwalten, so fällt die Aehnlichkeit dieser Verhältnisse sofort in die Augen (siehe Tafel IV) sobald man berücksichtigt, dass das bei S im Schwerpunkt concentrirt gedachte Gewicht des Apparates im gegenwärtigen Fall nicht ausschliesslich direct nach unten drängt, sondern, da man sich die Masse der Flugmaschine in rascher Vorwärtsbewegung zu denken hat, in der Richtung der Diagonale, des aus den beiden Bewegungsgeschwindigkeiten (Horizontalgeschwindigkeit ca. 15 Sec.-Met. und Maximalfallgeschwindigkeit ca. 8 m per Sec.) sich ergebenden Parallelogrammes, also in nach vorne schief abwärts zielender, ungefähr dem Pfeile S_1 entsprechender Richtung wirkt.

Man könnte hier einwenden, dass auch beim Schraubenaëroplane, wenn demselben durch den Flug einleitendes Abrollen von einer schiefen Ebene

eine gewisse Anfangsgeschwindigkeit gegeben ist, in diesem Falle das in Bewegung befindliche Gewicht der Diagonale des betreffenden Geschwindigkeitenparallelogrammes entsprechend wirken müsse und die Schwerkraft daher auch keine Componente nach hinten abgeben könne.

Dem ist jedoch keineswegs so.

Denken wir uns einen Schraubenaëroplan mit durch die Schwerpunktslage nach hinten geneigten Tragflächen in einem Winde von ca. 15 Sec.-Met. Stärke frei in der Luft und die Luftschrauben von einer Leistungsfähigkeit, dass sie die zurücktreibende Wirkung des Windes und diejenige der betreffenden Schwerkraft-Componente gerade aufheben, so bleibt der Apparat, vom Boden aus gesehen, an einem Punkte in der Luft stehen, er schwebt, ohne scheinbar eine Eigengeschwindigkeit zu besitzen.

Dass in solchem Falle der der Flächenneigung entsprechende Theil der Schwerkraft, wenn auch in seiner Wirkung für das Auge nicht erkennbar, nach hinten zieht, liegt auf der Hand.

Mag nun auch der Wind nachlassen, schwächer werden, so dass die motorische Kraft des Apparates überwiegt und dieser sichtlich vorwärts strebt, so bleibt das Verhältniss doch ganz dasselbe; der Aëroplan will, nach wie vor, rückwärts und muss mit Gewalt vorwärtsgeschoben werden, wie auch eine Kugel durch einen bestimmten Kraftaufwand wohl eine schiefe Ebene hinaufgerollt werden kann, aber ungeachtet der thatsächlichen Bewegung nach oben mit dem der Neigung der Bahn entsprechenden Theil der Schwerkraft permanent, der Bewegungsrichtung entgegen, nach unten zieht.

Könnte der Schwerpunkt einer solcherart situirten Kugel constant in dem, dem oberen Ende der schiefen Ebene zugekehrten Theile derselben erhalten werden, so würde sie nicht nur nicht ab-, sondern aufwärts rollen, ein Experiment, das man in jedem Cirkus oder Variété von Akrobaten ausgeführt sehen kann.

Wenn nun auch bei der durch die Reactionskraft des Motors bewirkten, nach hinten geneigten drachenartigen Flügelstellung und der angenommenen Eigenbewegung des Flugapparates die Flugrichtung eine horizontale, oder leicht aufwärts zielende wird und daher die gegen die Flächen anströmende Luft diese thatsächlich nur in einem kleinen Winkel trifft, so wirkt der Druck der Luft gegen die Flächen, angesichts des erörterten Zusammenwirkens der beiden Factoren, Schwere und Horizontalgeschwindigkeit doch geradeso, als wenn die Flächen von einem Winde getroffen würden, der in der Richtung der Diagonale des erwähnten Geschwindigkeitenparallelogrammes weht.

Herr Lilienthal meinte vor einigen Jahren in der Zeitschrift für Luftschiffahrt in einem Aufsatz über den Vortheil der Wölbung der Tragflächen, dass sich der gewölbte Vogelflügel in Folge dieses seines Profiles beim Schwebeflug stets gewissermassen auf dem Gipfel einer von vorne kommenden Luftwelle befinde.

Der Vergleich ist, wie aus den vorhergegangenen Ausführungen hervorgeht, ganz zutreffend, nur spielt dabei die Flächenformation nicht die ihr von Herrn Lilienthal vindicirte Rolle; denn befände sich beim Schwebeflug der Vögel der Schwerpunkt der Thiere nicht vor, sondern unter oder gar hinter der Resultirenden des Luftdruckes gegen die Unterfläche der Flügel, so wäre eine Horizontalbewegung ohne Arbeitsleistung ganz undenkbar, ob der Wind nach oben zieht und ob die Flügel gewölbt oder flach sind.

Zum Schwebeflug gehört eben ausser einer aufwärts zielenden Luftströmung als Hauptsache die erzwungene Schwerpunktslage vor dem Luftdruckmittel gegen die tragenden Flächen; setzt man dann statt der quasi Luftwelle, auf deren Gipfel der Vogel beim Schwebeflug sich befindet und von welcher er nach derjenigen Richtung abgleiten will, von der der Schwerkraftwirkung der geringere Widerstand entgegentritt, die erwähnte, vom Equilibristen durch Schwerpunktsverlegung aufwärts rollende Kugel und vergegenwärtigt man sich wieder den Fall bezüglich der von Professor Wellner aufgehängten Fläche und das Verhältniss bei der durch den Motor in Geschwindigkeit erhaltenen und durch dessen Reactionswirkung aus der ihrer Schwerpunktslage entsprechenden vorgeneigten Stellung in eine horizontale oder leicht nach hinten geneigte Position gezwungenen Flugmaschine, deren Schwerpunkt nun den für die Resultirende des Luftdruckes genommenen Gipfel der Lilienthal'schen Luftwelle (oder der Kugel) hinter sich lässt, so tritt die Analogie des physikalischen Vorganges in allen diesen Fällen deutlich zu Tage; man gewinnt ein richtiges Bild von dem eigentlichen Wesen des Fluges und sieht, dass und warum der lebende Vogel, der sich event. ganz im Falle der Wellner'schen Fläche befindet (ein directes Abgleiten von der schief aufwärts zielenden Luftströmung verhindern, wie in diesem Fall die Aufhängedrähte, so in jenem die, den Vogel zwar noch in einer um ein Minimum nach vorne geneigten Stellung belassenden, aber ihn doch, gegenüber der Windrichtung, in eine drachenartige Lage zwingenden Muskelcontractionen) in leicht aufsteigender Luft ohne sichtbare Arbeit, fast mühelos dahin zu schweben im Stande ist, man lernt aber auch, dass die Heranziehung der Reactionskraft des Motors zur Nutzleistung sich als ein nicht wohl ersetzbares Haupterforderniss dynamischer Luftschiffahrt erweist[1]).

[1]) Auch „Buttenstedt" ist in seinem Werke „Das Flugprincip" der Erkenntniss desselben nahe gekommen; er meint jedoch, dass die Muskelcontractionen beim schwebenden Vogel eine elastische Spannung des Flügelmateriales bezwecken und glaubt in einer sich solcherart kennzeichnenden „Materialarbeit", wie er es nennt, die Lösung des Problems gefunden zu haben, während die beobachtete Spannung der Federn am Vogelflügel gerade auf durch Muskelcontraction resp. Drehungsmanöver um den Schwerpunkt

Es dürfte hierdurch als erwiesen betrachtet werden, dass bei der vorgängig beschriebenen Anordnung und Functionirungsweise der Flugmaschine selbst bei drachenartig nach hinten geneigter Stellung der Fläche eine rückwärtszielende Componente der Schwerkraft nie vorhanden ist und der Widerstand der Luft gegen die Beibehaltung der Geschwindigkeit, nachdem derselbe im Falle der Wellner'schen Fläche durch eine geringfügige Schwerkraftcomponente mehr als paralysirt wird, nur klein sein, und denjenigen gegen die Stirnseite des schlank gebauten Apparates, wenn dessen Rückwärtsneigung nicht bedeutend ist, nur um ein Geringes erhöhen kann.

Mag die Fläche horizontal stehen, oder nach hinten geneigt sein und ob die Bewegungsgeschwindigkeit des Apparates gross oder kleiner ist, die Resultirende des Luftdruckes bleibt immer, Dank dem Zusammenwirken der Actions- und Reactionskraft des Motors (bei grösserer Kraftentfaltung des Letzteren steigert sich auch die Reactionskraft in gleichem Grade) hinter dem Schwerpunkt und es erscheinen solcherart die Vorbedingungen zum Fluge in naturgemässer Weise erfüllt.

Den praktischen Beweis erhalten wir, wie schon früher bemerkt, täglich bei Beobachtung des Taubenfluges; man sieht solche oft und viel in langgestreckter Bahn durch die Strassen ziehen, ohne Flügelschlag, mit, je nach der Geschwindigkeit, mehr oder weniger stark nach hinten geneigten Flügeln.

Würde die Rückwärtsneigung der Flügel bei der schwebenden Taube durch die Schwerpunktslage herbeigeführt, so wäre eine so langsam erfolgende Abnahme der in der Bewegungsgeschwindigkeit liegenden lebendigen Kraft nicht möglich, da wie nun bekannt, in solchem Fall ein dem Neigungswinkel der Flächen entsprechender Theil des Gewichtes des Vogels stets nach rückwärts ziehen und stark bremsen würde.

---

bewirkten, vermehrten Luftdruck unter dem mittleren und hinteren Theile der Flügelflächen hinweist, dessen Resultirende dadurch, als Hauptzweck der Action, hinter den Schwerpunkt verlegt wird. Der bezügliche, den meisten Fachmännern mysteriös erscheinende Theil der Buttenstedt'schen Theorie dürfte hierdurch seine berichtigende, natürliche Erklärung finden.

Man sieht daraus, welch vorzüglicher Beobachter Buttenstedt ist, während er dagegen in der Definition des Beobachteten weniger glücklich erscheint.

Wie Herr Buttenstedt seine Theorie in die Praxis umzusetzen beabsichtigt, ist mir nicht bekannt; aber bestünde Erstere zu Recht und wäre der Zweck der betreffenden Muskelcontractionen des Vogels beim Schwebeflug nicht die Regulirung der Schwerpunktslage gegenüber dem Mittel des Luftdruckes, sondern jene elastischen Spannungen der Flügel, so wäre gerade und ausschliesslich die die Ausnützung der Reactionskraft des Motors (als Aequivalent der thierischen Muskelcontractionen) ermöglichende Schaufelradflugmaschine diejenige mechanische Combination, welche jene, als eine Begleiterscheinung der motorischen Regulirung der Schwerpunktslage auftretenden elastischen Spannungen im Flügelmaterial zu bewirken geeignet erscheint.

Auch das Ergebniss der in jüngster Zeit vielseitig angestellten Versuche mit gut construirten Drachen, bei denen der Wind und der Zug der Schnur an Stelle der beiden Factoren, Horizontalgeschwindigkeit und Schwerkraft, tritt und welche in leicht aufsteigendem Winde derart functionirten, dass sie bei fast horizontaler Lage nahezu den Zenith über dem Standplatz des Experimentirenden erreichten, weist darauf hin, dass im analogen Fall der Flugmaschine der Stirnwiderstand der Luft in Bezug auf die tragenden Flächen sich auf ein Minimum reducirt. —

Die Regulirung der Wirkung der bei keinem anderen Flugmaschinensystem zur Ausnützung kommenden, daher verlorenen Reactionskraft des Motors, auf welche aber zwecks Erfüllung der Bedingung, unter der sich Körper in der Luft auf vogelartig ökonomische Weise in Geschwindigkeit versetzen lassen, nicht verzichtet werden kann, deren Heranziehung zur Nutzleistung sich geradezu als eine „conditio sine qua non" für dynamische Luftschiffahrt charakterisirt, kann auf zweierlei Art erfolgen: einmal durch entsprechende Verlängerung oder Verkürzung des Schwanzes, indem derselbe vor- oder zurückgezogen wird, was einer Verlängerung oder Verkürzung des Hebels von der Achse der Schaufelräder bis zum Schwanzende gleichkommt (auch eine Verbreiterung oder Zusammenschieben des event. fächerartig zu construirenden Schwanzes würde denselben Zweck erfüllen), oder durch ein entsprechendes Manöver mit dem Mechanismus an den Schaufelrädern. —

Das Krafterforderniss zur Beibehaltung der Geschwindigkeit der Bewegung eines solcherart construirten und dementsprechend functionirenden mechanischen Flugapparates kann nach den vorangegangenen Ausführungen nur ein relativ geringes sein und würde, wären wir im Stande ein dem schwebenden Vogel ähnliches Gebilde mit, im Verhältniss zur Länge, nur ganz schmalen Flügeln herzustellen, wenig mehr betragen, als zur Ueberwindung des Widerstandes des Luft gegen die Bewegung des Körpers der Flugmaschine nöthig ist.

Da aber ein für Menschenbeförderung dienlicher Flugapparat sehr grosse Dimensionen haben muss und das uns zur Verfügung stehende Material in Bezug auf Festigkeit, resp. Ersparung relativ todten Gewichtes, andere, als so einfache Constructionen, wie der Bau der Vögel zeigt, bedingt, so wird auch bei den künftigen Flugmaschinen ein, das Verhältniss zur Kraft- und Arbeitsleistung des Vogels bei Ueberwindung der Stirnwiderstände übersteigendes Mass motorischer Energie erforderlich sein.

Der vermehrte Kraftbedarf wird von verschiedenen Seiten hauptsächlich der nothwendigen Verspannung der Tragflächen, welche mittels Stahldraht oder dünnen Drahtseilen bewerkstelligt wird, zur Last gelegt.

Dies ist jedoch nur insofern richtig, als das Verspannungsmaterial eben auch Flächen darstellt, welche den ihren Dimensionen und der Be-

wegungsgeschwindigkeit des Fahrzeuges entsprechenden Luftwiderstand erleiden.

Denselben aber X mal höher zu taxiren, wie dies vielfach geschieht, ist jedoch absolut keine Veranlassung geboten, wenn der Apparat sonst richtig construirt ist und dementsprechend functionirt.

Den schlagenden Beweis liefert der Lilienthal'sche Flugapparat, dessen durch zahlreiche, ziemlich starke Drähte bewerkstelligte Verspannung, ja sogar die herunterhängenden Beine des Fliegers, ein wesentliches Hemmniss bei den Versuchen keineswegs abgegeben haben.

Die gesammten Stirnwiderstände würden bei der, der Photographie des Modelles entsprechenden, in einem Maſsstabe von ca. 1:100 ausgeführt angenommenen Schaufelradflugmaschine, wenn um 1—2 Grad nach hinten geneigte Lage und eine Bewegungsgeschwindigkeit in horizontaler Richtung von ca. 15 Mt. per Sec. angenommen wird, so dass der Apparat schwebt, im höchsten Fall ca. 70—80 kg betragen, zu deren Ueberwindung, resp. zur constanten Erhaltung der angenommenen Geschwindigkeit, wenn von allen, desshalb durchaus nicht zu unterschätzenden Constructionsvortheilen abgesehen wird, eine Maschinenleistung von höchstens 25 Pferdekräften effectiv erforderlich wäre.

Man könnte hier einwenden, dass wenn mittels Luftschrauben bei einem Arbeitsaufwand von 2 HP ein Luftdruck von 60 kg erzielt worden ist (siehe S. 276, Heft 11 d. J.) das Krafterforderniss von ca. 25 HP um einen Luftgegendruck von 70—80 kg zu überwinden, ausserordentlich hoch sei und solcher Umstand keineswegs zu Gunsten der Schaufelräder spreche.

Es darf jedoch nicht übersehen werden, dass ersteres Versuchsergebniss nur den auf der Stelle erzielten Auftrieb beziffert; wenn ein Gewicht von nur 50 kg per Sec. 1 Met. hoch zu heben gewesen wäre, würde das Arbeitserforderniss ein wesentlich höheres gewesen sein.

Nun muss bei der Schaufelradflugmaschine im angeführten Fall der sich auf 70—80 kg belaufende Stirnwiderstand während des in 1 Sec. zurückzulegenden Weges von ca. 15 Met. in jedem Moment überwunden werden, was gleichbedeutend ist mit der Aufgabe ein solches Gewicht in 1 Sec. ca. 15 Met. hoch zu heben.

Dazu würde eine auf Luftschrauben übertragene Motorarbeit von 25 Pferdekräften bei Weitem nicht hinreichen; der Vortheil bei Anwendung von Schaufelrädern liegt daher auf der Hand.

Die Grösse der etagenartig am Körper des Fahrzeuges angebrachten Tragflächen, ca. 250 □ Met. (wie der erreichbare Grad von Horizontalgeschwindigkeit der Eigenbewegung des Flugapparates die zulässige Breite der Tragflächen bedingt, ebenso ist Ersterer auch bei der Bestimmung des Zwischenraumes etagenartiger Flächencombinationen massgebend und zwar muss die Entfernung der unteren von der oberen Fläche mindestens so gross sein, dass bei Einzeichnung des betreffenden idealen Luftkeiles — siehe

Tafel VIII Figur 1 — der Vorderrand der unteren Fläche nicht in den sich solcherart ergebenden Rayon der oberen hineinragt) würde bei der angeführten Bewegungsgeschwindigkeit eine Gesammtbelastung von ca. 2000 kg zulassen, d. h. ein solches Gewicht schwebend erhalten und nun geht mein

„Vorschlag“

dahin, einen solchen ersten Versuchsapparat mit der doppelten, event. sogar, wenn auch nur für wenige Minuten Dauer, mit der dreifachen Maschinenstärke auszurüsten, behufs praktischer Erprobung des Systems und zum Zwecke der Gewinnung von Erfahrungsdaten bezüglich der auf solche Weise erreichbaren höchsten Bewegungsgeschwindigkeit, woraus dann sichere Schlüsse auf die Maximaltragfähigkeit des Fahrzeuges gezogen werden können.

Obschon sich nun verschiedene andere Motorarten, ihrem Wesen nach besser für Luftschiffahrtzwecke eignen dürften, als gewöhnliche leicht ausgeführte Schiffsdampfmaschinen, würde ich doch für den Anfang der Verwendung einer letzteren für Hochdruck mit Expansion den Vorzug geben.

Die Vortheile, welche andere Motorarten bieten, dürften durch die erprobte Zuverlässigkeit der Dampfmaschine, besonders in diesem speciellen Fall, reichlich aufgewogen werden.

Den nöthigen Dampf würde event. ein, etwa nach dem System der Dampferzeuger für Dampffeuerspritzen, für hohen Druck construirter, incl. Armatur und Wasserfüllung kaum mehr als 400 kg schwerer Kessel (die berühmte Firma Merryweather and Sons in London wäre bereit, einen bezüglichen Auftrag auszuführen) liefern, wobei für die ersten Versuche von einer Speisung während der Fahrt abgesehen werden kann, indem eine Dauer derselben von wenigen Minuten für den Anfang vollkommen genügt.

Sieht man dann, welche Geschwindigkeit erreicht wird, so kann event. das Gewicht des Apparates durch Mitnahme von Speisewasser und Heizmaterial successive erhöht und die Versuche länger ausgedehnt werden.

Die Abfahrt hat von einer stark geneigten schiefen Ebene zu erfolgen.

Beträgt das Gefälle z. B. 1:8, so würde der Apparat einmal durch die Arbeit des Motors und dann noch besonders durch die Wirkung von $^1/_8$ des Gewichtes des Fahrzeuges beschleunigt und dürfte daher die nöthige Anfangsgeschwindigkeit in wenig Secunden erreicht sein.

Erfolgt sodann durch den Führer die entsprechende Manipulation mit dem Mechanismus der Schaufelräder, so dass die den Zenith der Letzteren passirenden Schaufeln in dem betreffenden Moment in eine nach hinten geneigte Stellung kommen, so wirken dieselben stark hebend (der solcherart zu erzielende, den vortreibenden Effect der Schaufelräder verhältnissmässig wenig vermindernde Auftrieb kann auf mehrere hundert Kilo gesteigert

werden, was aber nur in Ausnahmefällen nothwendig werden dürfte) und das Fahrzeug, ohnehin durch den in Folge der Schiefabwärtsbewegung erzeugten Luftdruck von unten gegen die Flügel kaum noch das Geleise belastend, beginnt sich von demselben zu entfernen und, da die Fahrt zunächst noch immer leicht abwärts geht, sich nun erst recht beschleunigend frei in der Luft fortzubewegen.

Das Aufsteigen desselben kann auf zweierlei Art herbeigeführt werden: entweder durch Vermehrung des Auftriebes durch die Schaufelräder, oder dadurch, dass durch Zurückziehen der Schwanzfläche der Hebel von der Achse der Schaufelräder bis zum Schwanzende verkürzt und dadurch der Reactionskraft des Motors mehr Spielraum gelassen wird, so dass der Apparat in eine leicht nach hinten geneigte Lage kommt.

Die solcherart herbeigeführte Neigung nach hinten braucht nur eine ganz minimale zu sein, da das Aufsteigen des Apparates weniger wie beim Drachen, durch den Stoss der Luftströmung gegen eine schiefe Ebene erfolgt, wobei bekanntlich der horizontale Theil der Luftstosswirkung verloren geht; der Aufstieg erfolgt vielmehr, da sich wie bereits bemerkt, die Widerstandsverhältnisse der Luft, abgesehen von dem Einfluss der nach oben abnehmenden Dichtigkeit derselben, stets gleich bleiben, nach welch' immer einer Richtung schwere Körper oder Flächen in derselben bewegt werden, im Gegensatz zu den bisherigen Annahmen, aber analog der betreffenden Erscheinung in der Natur, so lange die vorausgesetzte Geschwindigkeit anhält, annähernd in der Richtung der Neigung der Tragflächen.

Die in diesem zweiten Fall zur Beibehaltung der Geschwindigkeit nöthige grössere Kraft wird entnommen: einmal vorübergehend der bei der vorangegangenen Abwärts- event. Horizontalbewegung aufgespeicherten lebendigen Arbeit: oder auch es kann solche rein als Leistung des Motors betrachtet werden, so dass also der das Schwebevermögen übersteigende Theil der vorhandenen motorischen Kraft dem Aufstieg zu Gute kommt.

Derselbe wird daher, der Motorstärke entsprechend, verhältnissmässig langsam vor sich gehen.

Die ersten Flugversuche sollten unbedingt in geringer Höhe „über Wasser“ angestellt werden und dürfte es zu empfehlen sein, auch die Landung, wenn ich mich so ausdrücken darf, so lange auf dem Wasser zu bewerkstelligen, bis die durch die Praxis gewonnenen Erfahrungen ein gefahrloses Landen am festen Boden zulassen.

Schwerverständlicher Weise hat der Senat der „Vereinigten Staaten von Nordamerika“ den von einem Mitglied vor 2 Jahren gestellten Antrag der Fixirung einer Staatsprämie für ein erstes brauchbares Luftschiff in Hinsicht auf den Mangel an genügender Sicherheit, welcher einem solchen Fahrzeug im Anfang, so lange noch die Uebung in Führung und Steuerung fehlt, naturgemäss anhaften muss, vorerst noch abgelehnt.

Es dürfte sich daher verlohnen den Fall eines plötzlichen Versagens des motorischen Apparates der in Vorschlag gebrachten Flugmaschine in Erwägung zu ziehen.

Ist derselbe während der Fahrt durch irgend welchen Zufall ausser Wirkung gesetzt, so kommt sowohl die vorwärts treibende Kraft, wie die die Horizontalstellung bedingende Reactionskraft des Motors in Wegfall und ist das Vehikel dann ausschliesslich der Schwerkraft und dem Winde preisgegeben.

Diese beiden Elemente stehen aber gewissermassen mit einander auf dem Kriegsfuss, wie wir bei der Erklärung des Verhaltens strömender Luft gegenüber freischwebenden schweren Körpern oder Flächen gesehen haben.

Erstere kann unter den, aus dem Vorangegangenen bekannten Umständen den directen Fall wesentlich verlangsamen.

Zieht man nun in Betracht, dass die Schaufelradflugmaschine sich bei einem Versagen des Motors, in Folge der nun fehlenden Reactionskraft derselben, sofort der Schwerpunktslage gemäss nach vorne neigen, in eine ungefähr der Figur 3 Tafel VIII. entsprechende Stellung kommen und in solcher sich schief abwärts bewegen muss, so leuchtet ein, dass hiebei die Tragflächen in ganz anderer Weise von der Luft getroffen werden, als dies beim Horizontalflug der Fall ist.

Es befinden sich dieselben gegenüber der Bewegungsrichtung in stark drachenartiger Lage, wobei besonders das Vordertheil der Tragflächen einen bedeutenden Luftdruck erfährt, so dass sich der Apparat, da die Resultirende des gesammten Luftdruckes nun v o r den Schwerpunkt derselben verschoben erscheint, wenn die Schwanzfläche nicht wäre, nach kurzer Dauer der Schiefabwärtsbewegung nach hinten neigen und in der Folge, abwechselnd bald vor, bald rückwärts, in schaukelnder Bewegung nach unten sinken würde. Das Vorhandensein der Schwanzfläche macht aber nicht nur ein Neigen des Fahrzeuges nach hinten unmöglich, sondern durch den Constructionsvortheil der Beweglichkeit derselben nach oben ist der Steuermann in der Lage, die dem Fall seine Directive gebende Neigung des Apparates nach vorne, event. auch dem Winde entgegen, nach Belieben zu reguliren, während das unterhalb des Hintertheiles des Flugkörpers angebrachte, verticalstehende Steuersegel ein Ausweichen nach rechts und links und damit auch einigermassen die Wahl der Ankunftstelle am Boden ermöglicht.

Die im Unglücksfalle thatsächliche Hinderlichkeit der Schaufeln der Räder erscheint dadurch vermindert, dass Letztere nicht fest auf ihrer Achse aufgekeilt sind, sondern durch Mitnehmer in Rotation versetzt werden, so dass solche beim Nichtfunctioniren des Motors sich der Luftbewegung anschliessen und, durch diese fortrotirend, wenig Widerstand verursachen.

Auch beim freien Fall kann daher ein solches Fahrzeug, vorausgesetzt dass die tragenden Flächen intact bleiben, nicht senkrecht, oder gar gestürzt, sondern in schiefer Richtung, ein wenig von der horizontalen Lage

abweichend, am Boden ankommen und es ist Sache des Führers, den betreffenden Winkel möglichst zu reduciren, so dass das auf Rädern montirte Vehikel einfach am Boden anrollt.

Etwas Anderes wäre es freilich, wenn die Flügel brechen, in solchem Falle wäre eine Katastrophe unausbleiblich.

Wir wissen jedoch genau, welche Widerstandsfähigkeit z. B. Stahlröhren von dieser oder jener Wandstärke, aus welchem Material wohl die Stangen der Tragflächen herzustellen sein werden, besitzen, und es dürften derartige Unglücksfälle, da Collisionen denn doch gar zu leicht vermieden werden können, wohl nicht zu befürchten sein.

Aus dem im Verlaufe meiner Abhandlung Dargethanen, dürfte, wie ich hoffe, nicht nur die Charakteristik des Fluges, die physikalische Grundlage, auf der sich diese Naturerscheinung vollzieht, klar geworden sein, wir wissen auch, dass und warum alle bisherigen Bestrebungen, Apparate zu ersinnen, mittels deren wir vogelgleich das Reich der Luft zu durcheilen vermöchten, ein günstiges Resultat nicht haben konnten.

Versuche mit in kleinem Mafsstabe ausgeführten Modellapparaten, namentlich von Schraubenaëroplanen, die ganz hübsch functioniren, sind schon vielhundertfach angestellt worden, da die Studien fast aller Flugtechniker, die dem Problem ernstlich nachgehen, damit abzuschliessen pflegen.

So hat z. B. noch im vorigen Jahre der amerikanische Professor der Physik Mr. Langley das Resultat eines in letzterer Richtung angestellten Versuches veröffentlicht und es werden an die in Aussicht gestellten Ausführungen im Grossen hohe Erwartungen geknüpft.

Das Ergebniss kann aber kein anderes sein als bei dem H. Maxim'schen Versuche.

Mr. Langley's kleiner Apparat ist geflogen, da die durch eine kleine Dampfmaschine geleistete Arbeit auch hingereicht hätte, das Gewicht desselben direct von Boden zu erheben ($1^1/_4$ HP, ca. 15 kg Apparatgewicht); aber bei einem Versuche in grossem Mafsstabe verändert sich das Verhältniss von Kraft zur Leistung eben sehr bedeutend, wie wir aus den früheren Ausführungen ersehen haben.

Auch eine Schaufelradflugmaschine als functionirendes Modell im Kleinen herzustellen, hätte keinen Werth, wenn auch weniger der Kraftfrage halber.

Es ist noch Niemand gelungen, einen toten Vogel, unter Fixirung des Verhältnisses von Gewicht und Tragflächen, wie solches beim Schweben des lebenden Thieres zu Tage tritt, in gleicher Weise zum Fliegen zu bringen; es fehlt eben das zur Beherrschung der Wirkung der Schwere nöthige Intellect und wenn auch durch die Anwendung von Schaufelrädern und die in solchem Falle zur Nutzleistung herangezogene Reactionskraft des Motors einer Flugmaschine das mechanische Mittel geboten ist, den betreffenden Apparat in der Weise des Vogels, unter Wahrung der Stabilität der Stellung des Fahrzeuges, in Bewegung zu versetzen, so

fehlt doch noch der Ersatz des thierischen Instinctes in Beherrschung der zur Verfügung stehenden Kräfte.

Das functionsfähige Modell einer Schaufelradflugmaschine muss daher so gross sein, dass es mindestens den Steuermann aufzunehmen und zu tragen im Stande ist.

Weit entfernt zu glauben mit meinem Entwurf eines solchen Luftfahrzeuges bereits Vollkommenes geliefert zu haben, sehe ich mich doch, auf Grund meiner langjährigen Studien und Versuche, zu der Erklärung bemüssigt, dass nach meiner vollen Ueberzeugung nur auf diesem Wege ein Flugversuch wirklich gelingen kann.

Haben wir erst einen gelungenen Versuch hinter uns, so werden sich die heute noch zersplitterten Kräfte aller an dem Flugproblem arbeitenden Techniker vereinigen und Verbesserungen nach allen Richtungen Schlag auf Schlag folgen.

Einige Ergebnisse spektroskopischer Beobachtungen.

Von Dr. **Th. Arendt** in Berlin.

Anlässlich der zweiten internationalen Ballonfahrt sind von mir am astrophysikalischen Observatorium zu Potsdam an mehreren auf einander folgenden Tagen, vom 15. bis 19. Februar cr., mittelst des Spektroskops längere Beobachtungsreihen über das veränderliche Aussehen gewisser Absorptionslinien tellurischen Ursprungs zur Bestimmung des Wasserdampfgehaltes der Atmosphäre ausgeführt worden. Abweichend von früheren Messungen, über welche ich im Decemberhefte 1893 dieser Zeitschrift[1]) Bericht erstattet habe, ist in dem vorliegenden Falle, wo mir ungleich vollkommenere instrumentelle Hilfsmittel, Dank der Liebenswürdigkeit des Directors jener Anstalt, des Herrn Geheimrath H. C. Vogel, zur Verfügung standen, im Anschluss an eine umfangreichere Untersuchung aus den Jahren 1895 und 96 ein genaueres Verfahren zur Intensitätsbestimmung der Linien zur Anwendung gebracht worden. Ueber die neue Methode, wie über die Brauchbarkeit und Bedeutung derselben für die Physik der Atmosphäre habe ich bereits früher an anderen Orten Mittheilungen veröffentlicht. Zum leichteren Verständnis der später aufgeführten Zahlenreihen soll der von mir betretene Weg bei der Ausführung der Beobachtungen hier noch einmal in Kürze beschrieben werden.

---

[1]) Th. Arendt: Die Verwendung des Spektroskops zum Studium der Atmosphäre. p. 291—305. — Die Schwankungen im Wasserdampfgehalte der Atmosphäre auf Grund spektroskopischer Untersuchungen. Annalen der Physik und Chemie. N. F. Bd. 58. 1896. p. 171—204. — Die Bestimmung des Wasserdampfgehaltes der Atmosphäre auf Grund spektroskopischer Messungen. Meteorol. Zeitschrift 1896, p. 376—390.

Ich schicke einige Angaben über die instrumentellen Einrichtungen voraus, deren Kenntnis für das Folgende von Wichtigkeit ist. Das Spektroskop bestand aus zwei Fernrohren von 37 mm Objectivöffnung und 400 mm Brennweite; dieselben waren auf einem starken Holzgestell unveränderlich befestigt. Zur Erzeugung des Spektrums diente ein Metallgitter, welches mit der Rowland'schen Theilmaschine hergestellt war; es wurde stets dieselbe Seite von dem direct reflectirten Spaltbilde zur Beobachtung benutzt. Bei einer Länge von 80 mm und einer Breite von 53 mm enthält die Gitterfläche auf jeden englischen Zoll 14436 Striche; somit beträgt die Entfernung je zweier Striche 0.0017596 mm; zur Verwendung kam lediglich das Spektrum der dritten Ordnung, welches bei Weitem das lichtstärkste und beste war. Die Beobachtungen geschahen bei unveränderter Lage der beiden Fernrohre zu einander, welche einen Winkel von 30^0 mit einander bildeten. Die Justirung des Instrumentes, das in der grossen Kuppel des Observatoriums vorübergehend Aufstellung gefunden hatte, so wie die Einstellung des zu beobachtenden Spektrums und die Ausführung der Messungen geschah unter Berücksichtigung aller der Vorsichtsmassregeln, welche bei derartigen Untersuchungen in der Physik gebräuchlich sind. Zur Erzielung eines möglichst lichtstarken Bildes war zwischen Heliostat und Spaltöffnung in den Gang der Lichtstrahlen noch eine grössere Concentrationslinse eingeschaltet worden.

Das Charakteristische der von mir, auf Anrathen des Hrn. Prof. G. Müller, ausgeführten Methode besteht nun darin, dass nicht *Intensitätsverhältnisse*, sondern *Intensitätsunterschiede* zur Beurtheilung gelangten. In ähnlicher Weise, wie in der Astronomie gebräuchlich, definire ich die Bedeutung einer Helligkeitsstufe in der folgenden Weise: Wenn von zwei nicht allzu weit von einander entfernten Spektrallinien die eine ebenso häufig wie die andere als die intensivere erscheint, so sage ich: es findet vollkommene Gleichheit zwischen beiden statt, es ist „kein" Stufenunterschied vorhanden. Wird aber die eine Linie bei wiederholter Besichtigung häufiger als die andere für die stärkere erklärt, so nenne ich den Intensitätsunterschied „eine" Stufe. Ist es auf den ersten Blick und bei erneuter Prüfung zweifellos ersichtlich, welche von den beiden Linien die intensivere ist, so unterscheiden sich nach meiner Definition die Linien um „zwei" Stufen. Eine noch deutlicher in die Augen springende Differenz wird als „drei" Stufen bezeichnet. Noch weiter zu gehen ist im Allgemeinen nicht rathsam, weil dann die Sicherheit der Beurtheilung gänzlich aufhört; nur in Ausnahmefällen wird man einen Intensitätsunterschied von „vier" Stufen direct schätzen dürfen.

Vergegenwärtigt man sich nun das Bild, welches das Spektroskop bei verschiedenem Sonnenstande in der Gegend bei D dem Auge darbietet — das von mir untersuchte Spektrum liess im günstigsten Falle, also bei grosser Zenitdistanz der Sonne für gewöhnlich, oder bei hohem Sonnenstande und sehr grossem Wasserdampfgehalte der Luft zwischen D_1 und D_2

10 Linien tellurischen Ursprungs erkennen, — so unterliegt es keinem Zweifel, dass den Hauptanhalt bei der Beurtheilung der atmosphärischen Linien der Grad ihrer Schwärzung ausmacht, welche in stärkerem Masse als ihre Verbreiterung Aenderungen unter verschiedenen meteorologischen Verhältnissen erfährt. Die Vergleichung wird um so zuverlässiger ausfallen, je weniger die in Betracht kommenden Linien auch in der Breite verschieden sind. Vor Allem war es wichtig, bei der Schätzung nur scharfe Linien zu benutzen.

In ähnlicher Weise wie in der Astronomie ein System von Fundamentalsternen aufgestellt wird, deren Helligkeit man mit grosser Genauigkeit ermittelt, und an welche die Gesammtheit der übrigen Sterne durch Differenzmessungen angeschlossen wird, sind hier von einer Reihe unveränderlicher Spektrallinien von verschiedener Stärke die Stufenunterschiede genau bestimmt worden. Bei der Auswahl dieser Linien, welche die Anhaltspunkte für die späteren Messungen boten, ist ausser der Schärfe auch die möglichst gleichmässige Vertheilung derselben über das Spektrum berücksichtigt worden. Den Ausgangpunkt bildeten die schwächsten Linien, an welche immer stärkere angeschlossen wurden; doch waren die Festsetzungen nicht immer so zu treffen, dass die auf einander folgenden Linien stets nur um eine Stufe differirten; in solchen Fällen wurde der Stufenunterschied durch Vermittelung von Hilfslinien bestimmt.

So entstand die folgende Skala. Die Vergleichungen wurden seiner Zeit sowohl von Herrn Müller wie von mir vielfach wiederholt, um die denkbar grösste Sicherheit in der Stufenfolge zu erreichen. Die Skala, welche jetzt vorliegt, kann als zuverlässige Grundlage der Messungen betrachtet werden. In der Uebersicht sind die Vergleichslinien in aufsteigender Stärke aufgeführt; zur leichteren Unterscheidung sind dieselben mit römischen Ziffern bezeichnet worden; um ferner die genaue Lage im Spektrum zu kennzeichnen, sind die Wellenlängen beigefügt, wie ich dieselben in der Abhandlung Müller's[1]) vorgefunden habe. Die letzte Columne gestattet einen Einblick in die Intensitätsunterschiede der Linien in Bezug auf die schwächste; zahlreiche Vergleichungen liegen diesen Werthen zu Grunde (Tab. A).

D-Gruppe (Tab. A).

Bezeichnung der Linien	Wellenlänge	Stufenunterschied in Bezug auf I.	Bezeichnung der Linien	Wellenlänge	Stufenunterschied in Bezug auf I.
I	590.286μμ	0	VIII	592.812μμ	19
II	592.249	3	IX	591.653	21
III	589.963	6	X	590.598	23
IV	589.146	7	XI	595.301	26
V	591.037	11	XII	595.703	27
VI	595.844	14	XIII	593.499	28
VII	593.001	18	XIV	594.886	29

[1]) G. Müller: Photometrische und spektroskopische Beobachtungen, angestellt auf dem Gipfel des Säntis. Publicat. d. astro-physik. Observatoriums zu Potsdam Bd. VIII. 1893.

Im Zusammenhange mit dieser Scala sind mehrere Wasserdampflinien in kurzen Unterbrechungen beobachtet worden. Bei früher ausgeführten Schätzungen waren fortlaufend sechs dieser Linien auf ihre Intensität geprüft worden; während der kurzen Beobachtungsreihe im Februar wurden der Zeitersparniss wegen für die Dauer der einzelnen Messungen nur drei Linien, welche von mir kurz mit *d*, *e* und *f* bezeichnet wurden, zur Schätzung herangezogen, und zwar verhältnismässig schwache, da sonst bei zunehmender Zenithdistanz der Sonne die Grenze der Scala bald überschritten worden wäre. Auch darf nicht unerwähnt bleiben, dass in einzelnen Fällen, in denen *d* eine zu grosse Intensität besass, nur *e* und *f* messend weiter verfolgt und der Werth für *d* durch Interpolation ergänzt wurde. Ich führe dennoch hier alle sechs Linien auf, da deren Kenntniss bei derartigen Bestimmungen mir besonders bemerkenswerth erscheint. Die erste Columne gibt die Bezeichnung derselben wieder, wozu die ersten Buchstaben des Alphabets in kleinerer Schrift gewählt wurden; dann folgen die Angaben der Wellenlänge und schliesslich wie oben die Intensitätsunterschiede in Bezug auf die schwächste der Absorptionslinien; die Anordnung der Tabelle ist nach abnehmender mittlerer Stärke derselben ausgeführt worden.

Bezeichnung der Linien	Wellen-länge	Stufenunter-schied in Bezug auf *f*.	Bezeichnung der Linien	Wellen-länge	Stufenunter-schied in Bezug auf *f*.
a	591.998μμ	9.6	d	593.240μμ	6.5
b	591.936	9.1	e	595.820	2.2
c	590.177	8.1	f	595.890	0.0

Diese Linien wurden nun durch Schätzung in die Scala der Vergleichslinien zu verschiedenen Zeiten des Tages eingefügt, und zwar wurde dabei in der Art verfahren, dass sowohl die nächst intensivere, als die nächst schwächere Vergleichslinie bei der Beurtheilung berücksichtigt wurde.

Ueber die Zuverlässigkeit solcher Messungen gewährt eine genauere, von mir durchgeführte Untersuchung, welche man in Wiedemann's Annalen vorfindet, ein sicheres Urtheil; meine Berechnungen, bei denen ich mich auf 76 Beobachtungreihen stützen konnte, ergaben als den wahrscheinlichen Fehler einer Schätzung

$$v = \pm\, 0.45$$

Stufen.

Die folgenden Zusammenstellungen enthalten die Beobachtungsergebnisse innerhalb der Zeit vom 15.—19. Februar cr.; bei der Verwerthung der Resultate sind lediglich die Mittelwerthe der Zahlengrössen für *d*, *e* und *f* zu Grunde gelegt worden; um die Zahlen nicht zu sehr zu häufen, habe ich auch nur diese Werthe, mit Ausnahme des letzten Tages, mitgetheilt; gleichsam als Beispiel enthalten die auf diesen Tag bezüglichen Angaben alle Beobachtungsdaten. Zunächst findet man die Zeit der Beobachtung — in Ortszeit — eingetragen, dann folgt die derselben entsprechende scheinbare Zenithdistanz der Sonne; unter Berücksichtigung der

letzteren Zahlen gelangt man bei Benutzung einer Tabelle von Laplace, von welcher sich ein Abdruck in der Dissertation von Herrn Maurer vorfindet, welcher hier verwendet wurde, zu der von dem spektroskopisch untersuchten Lichtstrahle zurückgelegten Wegstrecke innerhalb der Atmosphäre; diese Zahlen füllen die dritte Columne aus. Dabei ist zu bemerken, dass diese Angaben sich sämmtlich auf diejenige Atmosphärenschicht als Einheit beziehen, welche vom Lichte bei der Zenithdistanz der Sonne gleich 0 durcheilt worden wäre. Die vierte Zeile enthält die Ergebnisse der Messungen in der Form $^1/_3\ (d + e + f)$; weitere Einzelheiten werden später ihre Erklärung finden.

Tabelle B.

Mittlere Potsdam. Zeit.	Scheinbare Zenith-distanz der Sonne	Weglänge	Beobachtete Linien-Intensität $^1/_3\ (d + e + f)$	Berechnete Linien-Intensität	Beob.— Berech.
Febr. 15.					
3h 50.0m p. m.	79.4°	5.29	9.3	10.3	— 1.0
4 0.0	80.7	5.96	11.8	11.1	+ 0.7
10.0	82.0	6.83	12.8	12.2	+ 0.6
20.0	83.3	8.02	13.8	13.8	0.0
30.0	84.5	9.52	15.3	15.7	— 0.4
33.5	85.8	?	20.8		
Febr. 16.					
2h 51.5m p. m.	72.6°	3.31	15.0	15.6	— 0.6
3 2.0	73.8	3.54	16.5	16.2	+ 0.3
12.5	74.9	3.77	16.8	16.7	+ 0.1
21.5	75.9	4.03	17.5	17.3	+ 0.2
31.0	77.0	4.36	18.2	18.1	+ 0.1
41.0	78.1	4.74	19.3	19.1	+ 0.2
50.5	79.3	5.24	20.3	20.3	0.0
4 0.0	80.5	5.85	21.5	21.7	— 0.2
10.0	81.8	6.69	23.5	23.7	— 0.2
20.0	83.1	7.80	26.5	26.4	+ 0.1
27.0	84.0	8.80	28.3	28.3	0.0
Febr. 17.					
10h 10.0m a. m.	69.6°	2.85	24.5	24.5	0.0
11 15.0	65.5	2.39	21.3	21.6	— 0.3
12 0.0	64.3	2.29	21.3	21.0	+ 0.3
2h 10.0m p. m.	68.8°	2.75	21.3	21.2	+ 0.1
25.0	70.1	2.91	21.8	21.9	— 0.1
42.0	71.8	3.17	22.7	23.0	— 0.3
50.0	72.2	3.24	23.7	23.4	+ 0.3

Tabelle B. (Fortsetzung.)

Febr. 18.					
h m	°				
8 35.0 a. m.	79.2	5.19	28.8	28.9	— 0.1
40.0	78.5	4.96	28.2	28.0	+ 0.2
45.0	77.9	4.66	27.7	27.1	+ 0.6
50.0	77.3	4.46	27.5	26.5	+ 1.0
9 0.0	76.2	4.12	25.2	25.3	— 0.1
3.0	75.2	3.85	23.2	24.4	— 1.2
15.0	74.5	3.69	23.0	23.9	— 0.9
25.0	73.4	3.46	22.5	23.1	— 0.6
36.5	72.3	3.25	22.5	22.4	+ 0.1
51.5	70.3	2.97	22.0	21.5	+ 0.5
11 2.5	69.8	2.87	20.8	21.2	— 0.4
12 5.0 p. m.	63.8	2.25	20.0	19.1	+ 0.9
h m					
12 5.0 p. m.	63.8	2.25	20.0	18.9	+ 1.1
2 35.0	70.6	2.98	21.2	21.2	0.0
50.0	72.0	3.20	21.2	21.9	— 0.7
3 0.0	73.0	3.38	21.8	22.5	— 0.7
14.0	74.5	3.69	23.2	23.5	— 0.3
25.0	75.7	3 94	24.0	24.2	—:0.2:
35.0	76.9	4.33	25.0	25.5	— 0.5
40.0	77.5	4.53	26.8	26.1	+ 0.7
45.0	78.1	4.74	27.2	26.8	+ 0.4
50.5	78.6	4.94	27.8	27.4	+ 0.4
4 0.0	79.8	5.48	29.0	29.1	— 0.1
5.0	80.4	5.79	30.0	30.1	— 0.1

Febr. 19. Mittlere Potsdam. Zeit.	Scheinbare Zenithdistanz der Sonne	Weglänge	Beobachtete Linien-Intensität d	e	f	$^1/_3(d+e+f)$	Berechnete	Beob.— Berechn.
h m	°							
8 31.0 a. m.	79.3	5.24	28	25	21.5	24.8	24.1	+ 0.7
36.0	78.6	4.94	27.5	22.5	20	23.3	23.3	0.0
41.0	78.0	4.70	26.5	21.5	19.5	22.5	22.7	— 0.2
46.0	77.4	4.49	25.5	21	19	21.8	22.2	— 0.4
51.0	76.8	4.30	25	20.5	18	21.2	21.8	— 0.6
9 0.0	75.8	4.01	24.5	19.5	17.5	20.5	21.0	— 0.5
10.0	74.6	3.71	24.5	19.5	17.5	20.5	20.3	+ 0.2
20.0	73.5	3.48	24	19	17	20.0	19.7	+ 0.3
35.0	72.0	3.20	23.5	18.5	16.5	19.5	19.1	+ 0.4
45.0	71.1	3.06	23 5	18.5	16	19.3	18.7	+ 0.6
50.0	63.7	2.25	20	15.5	13.5	16.3	16.7	— 0.4
h m	°							
2 51.0 p. m.	71.9	3.18	21	16	14	17.0	17.6	— 0.6
3 0.0	72.8	3.34	21.5	16.5	14.5	17.5	18.0	— 0.5
10.0	73.8	3.54	22	17.5	15.5	18.3	18.5	— 0.2
20.0	74.9	3.77	23.5	18.5	16.5	19.5	19.1	+ 0.4
30.0	76.1	4.09	25	20	17	20.7	20.0	+ 0.7
50.0	78.4	4.86	27	22	20	23.0	22.0	+ 1.0
4 0.0	79.7	5.43	27.5	22.5	20.5	23.4	23.5	— 0.1
10.0	81.0	6.13	28	24	22	24.7	25.4	— 0.7

Die Beobachtungsreihe wurde abgebrochen, sobald der Grenzwerth der Scala von der schwächsten Wasserdampflinie erreicht war, oder Wolken und Nebelschichten das Licht der Sonne derart schwächten, dass kein scharfes Spektrum mehr zu erreichen war; so erklärt sich die Ungleichheit in der Anzahl der Beobachtungen an den verschiedenen Tagen. Schon ein flüchtiger Blick auf die Tabelle zeigt die grosse Verschiedenheit des Wasserdampfgehaltes der Atmosphäre an den einzelnen Tagen; ich verweise zu der Erkenntniss nur auf die bei fast gleicher Weglänge des untersuchten Lichtstrahles innerhalb der Atmosphäre gewonnenen Werthe vom 15. Februar $4^h\ 20^m$ und 16. Februar $4^h\ 20^m$; hier betrug die mittlere Intensität 26.5, dort 13.8; oder man vergleiche die Resultate bei gleicher Zenithdistanz der Sonne von $80^0.4$ vom 16. und 18. Februar, welche die Intensitäten 21.5 und 30.0 ergaben.

Um indessen alle bei verschiedenem Sonnenstande, also bei ungleicher Weglänge, ausgeführten Messungen unter einander vergleichbar zu machen, ist die Kenntnis des Zusammenhanges zwischen den verschiedenen Weglängen in der Atmosphäre und den dadurch bedingten Stufenwerthen notwendig. Nach Cornu und Müller ist die Zunahme der Linienintensität der Vergrösserung des Luftweges direct proportional. Unabhängig von den Betrachtungen der Genannten habe ich mehrfach im Jahre 1895 gegen Ende der warmen Jahreszeit eine genauere Prüfung über die Zulässigkeit solcher Annahmen ausgeführt. Es wurden an heiteren, fast wolkenlosen Tagen, an denen möglichst gleichmässige meteorologische Verhältnisse vorausgesetzt werden konnten, fortlaufend spektroskopische Beobachtungen angestellt. Um dann einen Einblick in die bestehenden Gesetzmässigkeiten zu gewinnen, wurde zunächst das graphische Verfahren zur Anwendung gebracht, indem man in ein rechtwinkliges Liniensystem die vom Lichtstrahle in der Luft durchlaufenen Wegstrecken als Abscissen und die entsprechenden Stufenwerthe der Linien als Ordinaten eintrug; die Verbindungslinie der Endpunkte der letzteren näherte sich einer Geraden. Man ist somit berechtigt, den Verlauf nach der Methode der kleinsten Quadrate durch eine Gleichung von der Form:

$$y = ax + b$$

darzustellen, wo y die beobachtete Linienintensität, x die Weglänge, in der bisher benutzen Einheit ausgedrückt, a die Stufenveränderung bei der Vergrösserung des Weges um die Einheitsschicht und b eine Constante bezeichnet, deren Grösse wesentlich durch den Anfangswerth der Scala bedingt ist. Meine Untersuchungen über die Gültigkeit des Reductionsgesetztes stützen sich auf Messungen, bei denen die Aenderungen im Sonnenstande an demselben Tage nahe 25^0, von 53^0 bis an 82^0, betrugen; dennoch erschien es mir wünschenwerth, das Studium über noch grössere Standunterschiede des Tagesgestirns auszudehnen. Da nahte indessen der Winter, wodurch ich gezwungen wurde, die weitere Untersuchung auf den nächsten Sommer zu



verschieben; dann machte meine im April erfolgte Versetzung nach Berlin die Ausführung des gefassten Planes zur Unmöglichkeit.

Um nun die zu verschiedenen Tageszeiten angestellten spektroskopischen Bestimmungen direkt untereinander vergleichbar zu machen, dürfte sich darnach das Vorhandensein zweier Beobachtungen bei möglichst abweichendem Sonnenstande schon als ausreichend erweisen. Bei Berücksichtigung mehrerer Messungen werden jedoch nicht allein die Einflüsse der Unsicherheiten der einzelnen Schätzungen auf das Gesammtresultat erheblich verringert, sondern man wird dann auch einen Einblick in die mehr oder weniger ungleichmässige Vertheilung des Wasserdampfes in der Atmosphäre erlangen können.

Das zuletzt angedeutete Verfahren habe ich in dem vorliegenden Falle zur Anwendung gebracht; aus dieser Berechnung gingen in Tabelle B die Columnen 5 und 6 hervor; die erstere enthält die nach der Formel berechneten Intensitäten, während die letztere die Unterschiede zwischen beobachteter und berechneter Intensität angiebt; wie man sieht, sind die Abweichungen meist nur geringe. Bemerkenswerthe Unregelmässigkeiten zeigt lediglich die letzte Zahlenreihe vom 18. Februar. Wirft man aber einen Blick auf das Beobachtungsmaterial, welches während der Ballonfahrt von Herrn Berson an jenem Tage gesammelt wurde, so erkennt man, dass der Wasserdampfgehalt der Atmosphäre eine äusserst ungleichmässige Vertheilung aufwies; der Liebenswürdigkeit des Herrn Professor Assmann verdanke ich die folgenden Angaben hierüber.

Tabelle C.

Febr. 18.

Beob.-Zeit	Höhe über dem Meeresspiegel	Dunstdruck	Beob.-Zeit	Höhe über dem Meeresspiegel	Dunstdruck
h m	m	mm	h m	m	mm
10 9.5 a. m.	45	4.2	1 8.0 p. m.	2322	3.0
17.0	406	4.6	31.0	2610	2.5
44.0	770	2.6	1 53.0	2725	2.8
11 6.0	962	1.7	2 3.0	2878	2.5
28.0	1081	1.9	25.0	3131	3.0
37.0	1180	2.9	48.0	3400	2.4
43.5	1273	3.2	3 12.0	3700	2.0
58.0	1520	3.6	31.5	3878	1.8
12 0.0	1590	3.2	4 8.0	4306	1.8
18.5 p. m.	1764	3.4	14.0	4527	1.6
46.0	2050	2.6			

Es dürfte verfrüht erscheinen, vor dem Bekanntwerden des übrigen, von anderen Gegenden im Ballon gesammelten Materials über Temperatur und Feuchtigkeit der Luft jetzt schon auf den Ursprung dieser Erscheinung genau einzugehen. Indessen, fasst man die Ergebnisse meiner Untersuchung an den namhaft gemachten Tagen in das Auge, welche für die Schichteinheit die folgenden Stufenwerthe ergab:

1897 Februar 15	$a = 1.29$	1897 Februar 18 a. m.	3.54
„ 16	2.40	„ 18 p. m.	3.14
„ 17 a. m.	6.10	„ 19 a. m.	2.45
„ 17 p. m.	4.45	„ 19 p. m.	2.66

so lässt sich nicht leugnen, dass Luftströmungen von stark abweichendem Charakter geherrscht haben. Doch kann ich die Bemerkung nicht unterdrücken, dass bei tiefem Sonnenstande, wie hier, der Einfluss der unteren Luftschichten, welche grössere Unterschiede sowohl in der Temperatur wie im Feuchtigkeitsgehalte innerhalb kleinerer, benachbarter Gebiete — im Sommer mehr, als im Winter — aufzuweisen pflegen, diese Zahlenwerthe nothwendigerweise auch etwas unrichtig gestalten musste.

Beabsichtigt man auf Grund spektroskopischer Schätzungen zahlenmässige Angaben über die in einzelnen Luftschichten in grösserer Entfernung von der Erdoberfläche auftretenden Wasserdampfmengen wie gewisse Aufschlüsse über dortige Temperaturverhältnisse zu erhalten, so würde man auf folgendem Wege wohl Resultate erzielen können. In ähnlicher Weise wie bisher der veränderliche Charakter der Absorptionslinien des Wasserdampfes ermittelt wurde, kann man auch die Intensitätsschwankungen der Sauerstofflinien, die ja bekanntlich in eigenthümlichen Gruppen auftreten, nach demselben Verfahren studiren, nur mit dem Vortheile, dass die Gesammtmenge jenes Gases für die Schichteinheit als constante Grösse betrachtet werden kann. Bei immer gleichen meteorologischen Zuständen würde man bei mehrfacher Wiederholung der Messungen an den einzelnen Tagen bei denselben Sonnenständen auch zu übereinstimmenden Resultaten gelangen. Indessen infolge der Temperaturungleichheiten innerhalb einer bestimmten Luftsäule, welche in verticaler Richtung beträchtliche Schwankungen zeigen kann, werden erhebliche Massenverlagerungen der Luft, also auch der Mengen des Sauerstoffes, eintreten, über welche uns umfassendere spektroskopische Beobachtungsreihen an den betreffenden Tagen in geeigneter Bearbeitung Auskunft geben werden. Betrachtet man aber solche Messungen der Wasserdampf- wie Sauerstofflinien, die zeitlich nahe liegen, im Zusammenhange, so wird man Schlüsse in dem oben angedeuteten Sinne ziehen können.

Die Führung des Freiballons.

Von **Gross**, Hauptmann der Luftschiffer-Abtheilung.

(Schluss.)

Einfluss der Jahreszeiten.

Sommer und Winter sind für das Ballonfahren die geeignetste Zeit, letzterer noch mehr, da die Wetterlage in dieser Jahreszeit eine constantere ist, als in den Uebergangs-Jahreszeiten Frühling und Herbst, wo innerhalb weniger Stunden das Wetter sich leicht ändert. Der Herbst und der Frühling hat den Vorzug meist stärkere Luftströmungen zu besitzen, der Sommer die Gefahren der Gewitter und rapiden Wolkenbildung, der Winter nur den Nachtheil des kurzen Tages.

Tag und Nacht.

Während der Ballon bei Tage dauernd dem Wechsel von Temperatur und Feuchtigkeit ausgesetzt ist, fährt er bei Nacht viel ruhiger und gleichmässiger. Er fällt bei Nacht sehr langsam und steigt rapide, während er umgekehrt bei Tage rapide fällt und langsamer steigt. Nur die Uebergänge von Tag zu Nacht und umgekehrt, wo der Wechsel der Temperatur und namentlich auch der Feuchtigkeit ein sehr bedeutender sein kann, sind für den Ballon schwierig zu überstehen und erfordert sehr viel Geschicklichkeit des Führers. Nach Sonnen-Untergang will ein Ballon sehr ungern zur Erde herabsinken, und schwimmt lange Zeit in geringer Höhe über der Erde. Es erklärt sich diese Erscheinung daraus, dass über der Erde die Abkühlung der Luftmassen schnell vor sich geht, also eine relativ kalte und daher schwere Luftschicht lagert, in die der noch warme Ballon nicht einzutauchen vermag. Bei Sonnen Aufgang gewinnt der Ballon sehr bald an der Erwärmung der Sonne neue Kraft, er hält sich viele Stunden in ruhigem sanften Steigen, bis sein Gas sich nicht weiter mehr erwärmen kann, und die während der Nacht angesammelte Feuchtigkeit verdampft ist.

Die Führung des Ballons während der Fahrt.

Der Aufstieg muss mit dem so abgewogenen Ballon erfolgen, dass derselbe baldmöglichst, also in geringer Höhe (etwa 2—300 m) seine Gleichgewichts-Zone erreicht. Hier muss der Ballon baldmöglichst vertical zur Ruhe gebracht werden, also durch ganz geringe Mengen von Ballast ein meist sofort eintretender Fall parirt werden.

Bei der jetzt erst in Kraft tretenden Führung sind es nun zwei Hauptgesetze und Forderungen, welche für den Führer die Richtschnur seines Handelns bilden müssen:

1. Die „Erhaltung der Kraft“ also des Traggases und des Ballastes und ferner
2. Der Ballon muss stets voll gefüllt erhalten bleiben, da er sonst nicht auf die Führung reagirt.

Beide Forderungen stehen zumeist im Gegensatz, es muss also zwischen beiden das günstigste Compromiss abgeschlossen werden.

Die erste Forderung bedingt möglichst tief liegende und horizontale Flugbahn des Ballons, da mit jeder Erhebung ein Gasverlust bedingt ist und grössere Mengen Ballast erfordert werden, anderseits fordert die zweite Bedingung einen dauernden Anstieg des Ballons, da nur hierdurch Gasverluste wieder ausgeglichen werden können. Es ergiebt sich hieraus, dass die Flugbahn eines vorzüglich geführten Ballons eine ganz allmählich ansteigende Curve ohne tiefe Wellen bilden muss, deren Culmination unmittelbar vor dem Abstieg zur Landung liegt.

Die Führung des Ballons erfordert eine dauernde Aufmerksamkeit des Führers auf die verticalen Bewegungen des Ballons sowie auf die Witterungserscheinungen, deren Wirkungen auf den Ballon womöglich schon vor ihrem Eintreten parirt bezw. ausgenutzt werden müssen. Jeder Fall des Ballons ist sofort durch Auswerfen möglichst geringer Ballastmengen aufzuheben. Je später dieser Ballastauswurf erfolgt, um so grösser wird er sein müssen, da die lebendige Kraft des Falles, welche parirt werden muss, dauernd wächst. Man lasse den Ballon im Allgemeinen nicht schneller fallen als kleine Schnitzel leichten Papieres fallen (ca. 1—2 m pro Secunde). Sobald also solche ausgeworfenen Papierschnitzel zu steigen scheinen, werfe man Ballast, bis dieselben wieder fallen. Durch zu starken Ballastauswurf wird der Ballon unnöthig hoch getrieben und kostet dann von Neuem Ballastopfer, um ihn in dieser Zone zu halten. Das ganze Kunststück der Führung unter normalen Verhältnissen beruht in der richtigen Bemessung des Ballastwerfens. Im

Allgemeinen wird man das Ventil nicht ziehen, um den Ballon in eine tiefere Zone zu bringen, man wird vielmehr, wenn man dieses beabsichtigt, den von selbst beginnenden Fall nicht sofort aufheben. Hat man aber das Ventil einmal gezogen, um tiefer zu fahren, so wird man dauernd von ihm Gebrauch machen müssen, um den Ballon in dieser tieferen Zone zu halten; denn der durch Ballast schliesslich wieder ins Gleichgewicht gebrachte Ballon, der nun nicht mehr voll ist, strebt unweigerlich wieder empor und zwar über seine frühere Gleichgewichtslage, wenn man nicht sofort wieder das Ventil zieht. Ein solches Fahren (negatives genannt) besteht hiemit in einem dauernden Wechsel von Ballast und Ventil-Gebrauch, wird also sehr lange nicht ausführbar sein, da die Tragkraft bald verbraucht sein wird.

Der Kampf mit den Wolken.

Bei Wolkenbildung wird die Führung des Ballons ganz wesentlich complicirter als bei reinem Himmel. Ist die Wolkenschicht vollständig geschlossen, so wird es, wenn die Wolkenschicht nicht zu tief über der Erde liegt (über 1000 m), gelingen den Ballon lange Zeit, vielleicht dauernd, unter den Wolken zu halten. Allmählig wird er sich den Wolken nähern und es ist nun sehr genau zu überlegen, ob man versuchen soll oder kann durch die Wolken hindurchzustossen, da ein längerer Aufenthalt in der Wolke nicht möglich, ein weiteres Fahren unter derselben nur mit häufigem Gebrauch des Ventils möglich sein wird.

Will man den Versuch machen, durch die Wolke zu dringen, so muss man zunächst überlegen, wie hoch man den Ballon noch treiben darf, um die zum Abstieg erforderliche Ballastmenge zu behalten. Diese muss man nun zunächst einmal aus dem noch vorhandenen Ballast-Vorrath ausscheiden, der Rest bleibt für den Kampf mit der Wolke disponibel. Genügt dieser, um durch die Wolke zu kommen, so wird der Ballon über dem Wolkenmeer längere Zeit ohne Ballastopfer in Folge der Erwärmung des Gases sich halten lassen, reicht er dagegen nicht aus, bleibt also der Ballon in der Wolke stecken, so ist die Fahrt zu Ende, der Ballon muss landen, während er sonst noch längere Zeit unter der Wolke hätte gehalten werden können.

Bei dem Durchdringen der Wolke muss der Ballon durch energisches Ballastwerfen in rapidem Anstieg erhalten werden, damit das Ballongas nicht Zeit findet, sich zu stark abzukühlen und feucht zu werden. Ist der Ballon durch die Wolken gedrungen und hat sich nach dem Schwimmen auf denselben erwärmt, so muss man darauf rechnen, dass er nun ohne Ballastopfer noch bedeutend steigen wird. Dies kann leicht 1000 m betragen. Der einmal mit den Wolken aufgenommene Kampf muss consequent und energisch durchgeführt werden, jede halbe und matte Massregel ist hier falsch.

Sind die Wolken nicht geschlossen, sondern verdecken nur zeitweise die Sonne, so soll man möglichst bald versuchen, dieselben zu überspringen, wenn dieses überhaupt möglich ist, da das dauernde Ballastwerfen bei wechselnder Besonnung mehr erfordert als ein einmaliges energisches Ballastopfer.

Regen, Schnee etc.

Erhält der Ballon während der Fahrt Regen oder Schnee, so muss die zunehmende Belastung des Ballons durch Ballast ausgeglichen werden. Ist dieser nicht ausreichend hierzu, so muss gelandet werden.

Unwetter.

Vor einem aufziehenden Gewitter und Unwetter ist es das beste, rechtzeitig zu landen, wenn man sieht, dass dasselbe den Ballon einholt; oder man muss über dasselbe steigen, was indessen nur bei sehr grossem Ballastvorrath gelingen dürfte.

Die Orientirung während der Fahrt.

Dieselbe macht gar keine Mühe solange man die Erde sieht, vorausgesetzt, dass man gute Karten (Generalstabskarte 1:100000) und Compass besitzt. Sobald man aber einmal durch Wolken unter dem Ballon die Orientirung auf längere Zeit verloren hat, ist es oft sehr schwierig, dieselbe wieder aufzufinden. Um dieses zu erleichtern, muss man dauernd orientirt sein, so lange man die Erde noch sieht, über Flugrichtung, Geschwindigkeit des Windes oder was dasselbe ist, der Fahrt, Tendenz der Winddrehung und Geschwindigkeits-Aenderung in verschiedener Höhe. Hierzu ist der Weg des Ballons über der Erde auf der Karte durch Bestimmung absolut sicherer Punkte, welche senkrecht unter dem Ballon liegen, festzulegen und die Zeit ihres Passirens auf die Minute genau zu verzeichnen. Hiernach ist aus Zeit und Weg die Fahrgeschwindigkeit pro Minute zu errechnen und von vornherein zu bestimmen, wo voraussichtlich der Ballon zu bestimmten Stunden sein wird, wann er grössere Flüsse, Eisenbahnen, Städte, Seen etc. passiren wird, wann event. die Grenze oder die See erreicht werden wird u. s. w. Hierüber sind genaue Notizen von vornherein zu machen, um die Auffindung der Orientirung später zu erleichtern. Jede Lücke in den Wolken, wobei die Erde stückweise zu sehen ist, muss benutzt werden, um mit Hülfe des Compasses die Flugrichtung festzustellen und zu controlliren. Nach der scheinbaren Bewegung der Wolken im Vergleich zum Ballonschatten oder zur Sonne zu urtheilen hüte man sich wohl, sie ist eben nur scheinbar. Fährt z. B. der Ballon schneller, als die in gleicher Richtung unter ihm ziehenden Wolken, so scheinen diese entgegengesetzt zu ziehen. Gelingt es nicht die Orientirung wieder zu finden, so muss eine Recognoscirung der Erde vorgenommen werden, noch ehe die Gefahr vorliegen kann, dass man z. B. die See erreicht hat. Hierzu lässt man den Ballon durch die Wolken fallen, bringt ihn dicht über derselben ins Gleichgewicht, event. am Schlepptau fahrend, und ruft nun Leute unten an, die man nach der nächsten grösseren Stadt oder Bahnstation befragt. Hierauf kann man dann event. die Fahrt fortsetzen, oder es kann 1 Mann ausgesetzt und sein Gewicht durch Aufnahme von Ballast ersetzt werden. Dies ist indessen nur bei ruhigem Wetter und unter Hülfeleistung von Menschen möglich. Man muss sich hierbei aber bewusst sein, dass der Ballon seine frühere Culminationshöhe überschreiten wird.

Der Abstieg.

Wenn der Ballast bis auf das zur Landung erforderliche Quantum verbraucht ist, so beginnt der Abstieg, sobald jetzt der Ballon zu fallen beginnt; event. wird das Ventil gelüftet, wenn der Abstieg aus irgend einem Grunde Eile gebietet. Wieviel Ballast für den Abstieg reservirt werden muss, ist sehr verschieden, je nach der Temperatur und Bewölkung. Unter normalen Verhältnissen wird für einen mittelgrossen Ballon (1500 cbm) pro 1000 m Höhe 1 Sack à 16 kg genügen, wobei es gelingen wird, den Ballon am Schlepptau über der Erde ins Gleichgewicht zu bringen. Muss jedoch der Ballon eine schwere, womöglich nasse Wolkenschicht noch durchfallen, so werden 2 S. pro 1000 m nicht zu viel gerechnet sein. Bei schwierigem Landungsterrain ist nun noch 1—2 S. zur Fortsetzung der Fahrt am Schlepptau zu rechnen, um bis zu einem geeigneten Landungsterrain zu gelangen. Es werden also 3—4 S. Ballast zu reserviren sein, um aus 2000—2500 m Höhe eine gute Landung bewerkstelligen zu können.

Ehe der Abstieg beginnt, muss das Schlepptau herabgelassen sein und Ordnung im Korbe geschaffen werden. Ventil und Reissleine sind klar zu machen, Ballastsäcke herein zu nehmen und handgerecht aufzuhängen. Der Landungsort muss jetzt schon generell ausgesucht werden, z. B. ob hinter oder vor einem Fluss, Wald, Stadt Dorf etc. Hierauf lässt man den Ballon fallen, bis die Fallgeschwindigkeit mehr als etwa

2 m pro Sec. beträgt, bis Sand nach oben wirbelt; dann erst mildere man den Fall durch Ballast. Der Ballon aber darf jetzt unter keinen Umständen mehr steigen; sollte dieses der Fall sein, so ist sofort das Ventil energisch zu ziehen. So versuche man stufenweise herabzugehen, bis auf etwa 500 m. Nun ist die Landungsstelle genauer auszuwählen. Alsdann wird der Ballon bis auf das Schlepptau fallen gelassen. Die Reissleine wird ausgeklinkt. Dicht vor der Landungsstelle angelangt, wird das Ventil voll aufgezogen und der Anker gleiten gelassen. Sobald der Korb die Erde berührt, wird die Reissleine gezogen.

Benehmen bei der Landung.

Ruhe, kaltes Blut, ein offnes Auge und blitzartig schneller Entschluss und dessen Ausführung sind Grundbedingung. Nur der Führer hat Anordnungen zu treffen, nur auf dessen Commando dürfen Massnahmen getroffen und darf gehandelt werden. Vor allen Dingen keine Unentschlossenheit, lieber eine falsche Maassregel consequent durchgeführt als hin und herschwanken. Der Führer verteilt die Rollen, ein Herr bedient das Ventil und den Ballast, ein anderer die Reissleine und den Anker. Der Führer commandirt nur. Ist der Korb dicht über der Erde, so erfolgt das Commando Achtung! Klimmzug! worauf alle einen kurzen energischen Klimmzug an den Korbleinen ausführen. Es ist Ehrensache, was auch passiren möge, im Korbe zu verbleiben, bis der Führer das Aussteigen anordnet. Bei einer Schleiffahrt soll Jeder auf den Andern achten, da die Verletzungen hierbei fast stets durch Uebereinanderfallen der Personen erfolgen. Man gruppirt sich neben einander, Kopf nach vorn, auf dem Leibe liegend und reisst die Reissleine möglichst schnell herunter. Kommen Hindernisse in den Weg (Bäume, Mauern, Häuser etc.) so duckt man sich tief in den Korb hinein. Functionirt die Reissleine nicht, so muss das Ventil klaffend geöffnet erhalten werden. Hierbei lösen sich die Personen ab, da diese Arbeit sehr anstrengend ist.

Das Landungsterrain.

Das beste Landungsterrain ist ein freies unbebautes Feld oder Wiese, kleine Gräben sind hierbei gut, da in ihnen der Anker hält, Bäume sind störend, wenn sie dichter stehen (z. B. Obstanpflanzungen).

Wald ist schlechtes Landungsterrain, da für den Ballon selbst sehr gefährlich, er wird bei einer Landung auf den Baumkronen und namentlich bei dem Bergen meist sehr schwer beschädigt; für Personen liegt keine Gefahr vor, da der Ballon meist sofort festsitzt.

Wasser ist im Sommer nicht gefährlich, im Winter oder Herbst und Frühjahr der Kälte wegen unangenehm. Der Ballon schwimmt ausgezeichnet auf dem Wasser, der Korb wird hierbei etwa bis zur Hälfte eingetaucht.

Gebirge ist schwieriges Landungsterrain, da es hier sehr genau auf das Treffen der Landungsstelle in einem Thale oder einer Schlucht ankommt.

Moor und nasse Wiesen sind für die Landung sehr ungeeignet, da oft Menschen nicht an den Ballon herankommen können, man überfliege daher diese Terrainstrecken am Schlepptau.

Dörfer und Städte sind unter allen Umständen zu vermeiden, da eine Landung hier bei Wind direct gefährlich ist, es ist also stets hinter dem Dorf etc. zu landen, nie dicht davor.

Sehr erschwert wird die Landung bei tief liegenden Wolken oder gar bei bis zur Erde reichendem Nebel; hier muss das Gehör ersetzen, was das Auge nicht sieht.

Schluss.

Sie werden aus dem, was ich Ihnen heute nur in grossen Zügen über die Theorie der Führung des Ballons vortrug, ersehen haben, dass es wohl eine Füh-

rung des Ballons heut zu Tage giebt, dass man von einem geschickten Ballonführer verlangen kann und muss, dass er seinen Ballon in der Windrichtung dahin führt, wo er es will und ihn dort auch vor Anker bringt, so dass weder das Material noch das Personal beschädigt werden.

Wir haben jetzt mit den beiden Vereins-Ballons 20 Fahrten bereits vorgenommen, das Material ist wie neu, die Mitreisenden alle heil und ohne die geringste Beschädigung gelandet. Ich weiss, meine Herren, dass ich in Ihrer Aller Namen spreche, wenn ich hierfür den Herren Führern unseren wärmsten Dank und unsere Anerkennung ausspreche.

Denjenigen aber, welche sich befähigt fühlen ein so verantwortliches Amt auf sich zu nehmen, rufe ich den Luftschiffer Gruss „Glück ab“ zu und werde mich freuen in ihnen wissbegierige und schneidige Schüler kennen zu lernen.

Kleinere Mittheilungen.

Ein Schiesspulver-Motor. Mit dem folgenden stellt Unterzeichneter der allgemeinen Ausnutzung eine Idee zur Verfügung, die sich bei seiner eignen flugtechnischen Arbeit „neben am Weg“ fand und deren Verfolgung ihn zu weit von diesem ableiten würde. —

Gegenüber den thermodynamischen wohnt den Motoren, die auf chemischer Action beruhen, die Möglichkeit weit grösserer Kraftäusserung im Verhältniss zum Gewicht bei. Während aber einerseits die Chemiker ungeachtet ihrer sonstigen erstaunlichen Erfolge noch nicht zwei Flüssigkeiten entdeckt haben, deren Zusammenkommen sofort eine immense Gasmenge erzeugt, führten andrerseits Experimente mit fertigen festen Explosivstoffen noch nicht zu praktischen Resultaten. Zum Zerstören hatte man die Kraft zur Verfügung, aber nicht zum Schaffen. Trotzdem existirt der Schiesspulvermotor eigentlich schon seit langen Jahren. Die Erfindung der Maxim'schen Schnellfeuerwaffe kann man als Datum seiner Geburt ansetzen. Nur wenige Zuthaten zu solch einem (in den kleineren Kalibern ausserordentlich) leichten Apparat[1]) sind erforderlich um einen Motor von fast ungrenzten Möglichkeiten für die Flugtechnik zu liefern, obschon die geräuschvolle Action dabei in Kauf genommen werden muss. Die Patronenbänder müssen keine Geschosse enthalten und möglichst wenig ohne den Explosivstoff wiegen. Sodann muss eine Einrichtung erfunden werden, die ebenso schnell wie die Patrone ein kleines Quantum **Wasser** aus einem Reservoir in den Lauf **als Ladung** einführt. Ebenso ist eine Vorrichtung, um die Feuergeschwindigkeit zu erhöhen oder zu erniedrigen, erforderlich. Der Strom dieser Wasserschüsse trifft in geeigneter ziemlich tangentialer Richtung gekrümmte stählerne kleine Schaufeln, mit denen der Reifen eines grossen aber leichten Rades besetzt ist.

Das wichtigste und vielleicht schwierigste Problem bei diesem neuen Motor dürfte sein: das abgeschossene Wasser ohne Verdunstung oder Verdampfung wieder aufzufangen und durch leichte Kühlröhren dem Reservoir wieder zuzuführen.

Dieses letztere könnte auch zum Niederschlagen der Pulverrückstände dienen, während die Wasserladung eine starke Erhitzung des Laufs hindert. Ueber solche Punkte' kann natürlich nur das Experiment entscheiden. Die Möglichkeiten der Kraftentwicklung im Verhältniss zum Gewicht von Motor und Material sind aber so riesenhaft, dass sich Experimentiren hier wohl lohnen dürfte[2]). Dies wäre ein Motor für eine Flugmaschine mit kleinen schnell laufenden Hubschrauben oder einen Ballon. Bei diesen beiden Systemen fällt das schwierige Gleichgewichtsproblem weg, wie überhaupt das Flugproblem sich enorm vereinfacht, sobald man sich dabei Kraftverschwendung erlauben darf. Vorschlagen möchte Verfasser: Eine

[1]) Hier sah ich einen auf einem Fahrrad montirt, der nicht viel über halb so schwer erschien wie ein deutsches Infanteriegewehr.

[2]) Die Sache ist so einfach, dass die Kosten wohl nicht sehr hoch sein würden.

Flugmaschine, bestehend aus nur dem obigen Motor und zwei kleinen in entgegengesetzter Richtung laufenden Hubschrauben.

Der Führer muss sich ziemlich unterhalb der Schrauben, die bei ihrer schnellen Drehung vom Wind wenig beeinflusst werden, befinden.'

Durch die leichteste Verschiebung seines Körpers lenkt er die Maschine nach beliebiger Richtung, ohne dass sonstige Steuereinrichtungen nötig wären[1]). Zu bedenken bitte ich nun folgenden Punkt: Wer von den Lesern hat wohl noch nicht eine dicke Hummel mit grossem Gebrumm (und entsprechender Kraftvergeudung, die sich die Insecten allerdings leisten können) an einem Fleck schweben, im nächsten Moment aber ohne jede Vermittelung wie eine Kugel horizontal fortschiessen sehen? So verhält sich die soeben vorgeschlagene Flugmaschine.

Wenn sie im Stand ist, sich mit ihren kleinen heulenden Schrauben nur 15 Secunden über einem Fleck schwebend zu erhalten, so vermag sie aber bei einer kleinen Schwerpunktsverschiebung von seiten des Führers auch wie ein Geschoss seitwärts wegzusausen und eine unglaubliche Strecke in kürzester Zeit zurückzulegen. Im Fall mein obiger Motor also nur für kürzere Arbeitszeiten prakticabel sein sollte, ist er desshalb noch lange nicht nutzlos.

In einer Hinsicht wird die beschriebene Flugmaschine ihren Ursprung vom „Schiessgewehr" nicht verleugnen: dass es nicht räthlich ist damit zu „spielen", denn eine vorsichtig zu erwerbende grosse Geschicklichkeit wird dazu gehören, den Operator davor zu bewahren, wie eine Kanonenkugel an seiner Bestimmung oder auch wo anders anzukommen.

Am besten wird er den Flug in der Nähe des Ziels nach aufwärts richten[2]) und durch Mässigen der Motorkraft (Verringerung der Feuergeschwindigkeit) langsam niedersinken. Das wird allerdings in der ersten Zeit nicht sehr nahe beim Ziel sein.

New-York, November 1897. Carl Dienstbach.

Vereinsnachrichten.

Oberrheinischer Verein für Luftschiffahrt.

Bericht über die Versammlung vom 16. November 1897.

Die Versammlung beehrten durch ihre Anwesenheit Se. Excellenz Freiherr von Falkenstein, commandirender General des XV. Armeecorps und Generalmajor von Bojanowsky.

Der 1. Vorsitzende, Major v. Pannewitz, eröffnete die Versammlung und theilte mit, dass Seine Durchlaucht Fürst Hohenlohe-Langenburg, Statthalter von Elsass-Lothringen, dem Vereine als Mitglied beigetreten und zugleich die Protection über den Verein angenommen habe, eine Nachricht, die mit grosser Freude begrüsst wurde.

Herr Lieutenant Fingerhuth hielt darauf einen auf reichem Quellenstudium beruhenden Vortrag über „Die Luftschiffertruppe der I. französischen Republik", welcher mit Beifall aufgenommen wurde.

Anschliessend hieran sprach Herr Dr. Hergesell über die neueren Drachenversuche auf dem Blue Hill Observatory in Amerika. Der Vortragende sprach sich in sehr anerkennender Weise über die Leistungen der Amerikaner aus, glaubte aber in dem meteorologischen Drachenballon ein noch vollkommeneres Mittel zu haben, um dauernde Beobachtungsreihen in verschiedenen Höhenschichten zu erhalten.

Herr Hauptmann Moedebeck machte darauf einige Mittheilungen über den am 3. November in Berlin stattgefundenen Versuch mit dem Aluminium-Luftschiff von David Schwarz unter Vorzeigung von Stoffproben und Photographien des Luftschiffes.

Schliesslich wurde vom Vorsitzenden eine Beschlussfassung über die Zahl der Abonnements auf die Illustrirten aëronautischen Mittheilungen hervorgerufen und mit Einstimmigkeit der Versammlung dieselbe auf wenigstens 100 Exemplare festgesetzt. Moedebeck, 1. Schriftführer.

---

[1]) Ausser einer Windfahne hinten, welche die Rolle der Befiederung beim Pfeil spielt.

[2]) Durch Verlegung des Schwerpunktes nach hinten; die lebendige Kraft verhindert dass dies zu einer Rückwärtsbewegung führt.

Zeitschrift

für

Luftschiffahrt

und

Physik der Atmosphäre.

Herausgegeben

von dem

Deutschen Vereine zur Förderung der Luftschiffahrt in Berlin

und dem

Wiener Flugtechnischen Vereine.

Zugleich Organ des

Oberrheinischen Vereines für Luftschiffahrt in Strassburg.

Redigirt

von

A. BERSON,

Berlin.

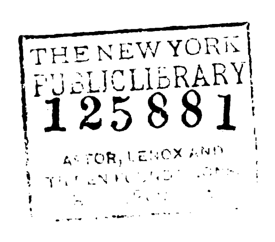
XVII. Jahrgang.

1898.

Berlin.

MAYER & MÜLLER.

1898.


THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
125881
ASTOR, LENOX AND

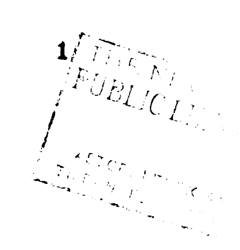
Inhalts-Verzeichniss (Namen- und Sachregister)

zum

17. Jahrgange (1898)

der Zeitschrift für Luftschiffahrt und Physik der Atmosphäre.





Professor Miller v. Hauenfels †.

Tief betrauert von Allen, die ihn und sein Wirken kannten, insbesondere von Jenen, die während seines Lebens Gelegenheit fanden, mit dem echt deutschen Mann in persönlichen Verkehr zu treten, welche seine fascinirende Liebenswürdigkeit, sein reiches Wissen, seine Begeisterung für alles Edle und Grosse kannten, wurde der Professor der Leobener Bergakademie, Albert Miller Ritter v. Hauenfels, am 7. November 1897 zu Grabe getragen.

Hunderte seiner Schüler und die ganze Intelligenz der steyerischen Hauptstadt umstanden seine Gruft und spendeten ihm ein letztes Lebewohl!

Geboren zu Tapio-Szele am 6. Februar 1818 absolvirte er das Gymnasium in Kremsmünster und die Bergakademie in Schemnitz mit vorzüglichem Erfolge. Bis Ende 1847 stand er in Staatsdienst am Münzamte in Wien und an verschiedenen kaiserlichen Bergwerken; Ende 1847 wurde er zum Professor der Baukunde und darstellenden Geometrie an der Bergakademie Schemnitz, später zum Professor der Bergbau-, Markscheidekunde und Aufbereitungslehre der montanistischen Lehranstalt in Vordernberg und endlich als Professor an die k. k. Bergakademie in Leoben berufen, wo er, hochverehrt von seinen Schülern, bis 1870 wirkte, um sodann im Ruhestande seine Tage in Graz zuzubringen.

Als Besitzer grosser Bergwerke in Steiermark, widmete er sich der Verwaltung derselben und füllte die ihm bleibende Zeit mit wissenschaftschaftlichen Arbeiten, worüber seine hinterlassenen Bücher: „Der süddeutsche Bergbau“, „Die steiermärkischen Bergbaue“, „Höhere Markscheidekunst“, „Die Gesetze der Kometen“, „Die Dualfunctionen und ihre Integration“, „Theoretische Meteorologie“, „Mechanische Wärmetheorie und Grundzüge einer allgemeinen Theorie der Aetherbewegungen“, und schliesslich „Der Segelflug und die segelnde Luftschiffahrt“ Zeugniss ablegen.

Der Verstorbene ist auch der Erfinder des „Polarplanimeters“, welches den Technikern unentbehrlich geworden ist.

Miller-Hauenfels war Präsident des steiermärkischen Gewerbvereins, Obmann des Polytechnischen Clubs, Präsident des Naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark.

Sein Wirken als Flugtechniker fällt in seine letzte Lebensperiode und kennzeichnet sich besonders dadurch, dass er, früher ein entschiedener Gegner der reinen Aviatik, einer ihrer wärmsten Vertheidiger geworden ist.

Seine Segelfluggesetze fanden anfänglich im Kreise der Flugtechniker ganz entschiedenen Widerspruch und noch ist die Opposition gegen seine, wie man sagt „paradoxen“ Aufstellungen nicht ganz erloschen, obwohl den

aufmerksamen Beobachtern der Vorgänge auf flugtechnischem Gebiete nicht entgangen sein dürfte, dass man sich dem von Miller-Hauenfels eingenommenen Standpunkte sehr zu nähern beginnt.

Sein Fundamentalsatz, dass bei Ausübung des Wellenfluges die motorisch zu leistende Arbeit sich allein auf die Ueberwindung des Stirnwiderstandes beschränke, dass bei Ausübung des Segelfluges die Theorie keine Grenze bezüglich der zu fördernden Lasten setzt, wenn nur die Segelflächen in einem richtigen Verhältniss zu dem Gewichte stehen und endlich, dass beim Segelflug der Stirnwiderstand sich als eingebüsste Höhe ausspricht und somit der motorische Kraftbedarf beim Segelflug immer durch das Product: Schiffsgewicht mal Höhenverlust, streng bemessen sei, finden heute schon vielfache Zustimmung; vielleicht kommt noch die Zeit, wo man sich wundern wird, die Richtigkeit der Miller-Hauenfels'schen Theorie so energisch bestritten zu haben.

Mag aber das Recht auf Seite Miller-Hauenfels' stehen oder nicht, so viel ist gewiss, dass auch die Flugtechniker Ursache haben das Hinscheiden dieses Mannes tief zu bedauern.

Ehre seinem Andenken!

Wien, am 26. December 1897. A. Platte.

Astronomische Positionsbestimmungen im Frei-Ballon.

Von **H. Bartsch v. Siegsfeld,**
Premier-Lieutenant in der Luftschiffer-Abtheilung.

Die Untersuchungen und Versuche, welche ich in dieser Richtung angestellt habe, bezweckten Methoden auszubilden, welche dem Ballonfahrer auch für den Fall, dass ihm die Orientirung durch den Anblick der Erdoberfläche und den Vergleich bekannter oder bestimmbarer Objecte derselben mit den Karten, sei es infolge Dunkelheit oder Bewölkung, nicht möglich ist, in den Stand setzen, die geographische Position des Ballons zu einer bestimmten Zeit festzulegen. Anforderungen dieser Art treten nur auf bei Fahrten, welche ein lange Dauer haben sollen und bei welchen zu befürchten ist, dass der Ballon eventuell der See zutreibt.

Der ganze Character der Aufgabe bestimmt die Wahl der Mittel.

Zunächst müssen alle Bestimmungen in kürzester Zeit auszuführen sein, einmal wegen der eventuell sehr schnellen Ortsveränderung des Ballons und dann um den Beobachter nicht durch überflüssige Rechnerei seiner kostspieligen Zeit zu berauben.

Es ist nun sofort zu erkennen, dass für Positionsbestimmungen im Ballon auch nicht entfernt der Genauigkeitsgrad erforderlich ist, wie bei der Navigirung von See-Fahrzeugen. Eine Genauigkeit der Positionsbestimmung von $1/2$ Breitengrade wird in der grössten Mehrzahl der Fälle

vollständig ausreichend sein, sehr oft sogar wird es genügen, nur annähernd die Richtung anzugeben, in welcher der Ballon sich von der Abfahrtstelle aus bewegt hat.

Für die Wahl der Methode der Positionsbestimmungen ist weiterhin von Bedeutung, ob die Fahrt sich in grosser oder geringer Höhe über dem Erdboden vollziehen wird.

In dem letzteren Falle unterliegt es keiner Schwierigkeit Curs und Fahrt des Ballons durch eine dem Grundlog ähnliche Vorrichtung festzulegen. Man wird diese Bestimmungen den gegebenen Verhältnissen entsprechend in längeren oder kürzeren Zeiträumen wiederholen müssen.

Die von mir angewandte Form dieser Einrichtung war folgende:

An einem ausserhalb des Ballonkorbes angehängten leichten Gestell befand sich eine Trommel, welche bis zu 20 km dünne Schnur aufzunehmen vermochte. Von dieser Trommel lief die Schnur über ein Zählwerk, von hier nahe beim Drehpunkt auf einen Ausleger, dessen Ende vermittelst einer kleinen Rolle auf einem halbkreisförmigen Teller sich ziemlich ungehindert bewegen konnte. Die Schnur führte von diesem Ausleger zur Erde. Die ganze Einrichtung war überhaupt den Vorrichtungen zum Legen submariner Telegraphenkabel nachgebildet worden. Wie bei diesen, so befand sich auch hier von der Schnur gespannt ein Dynamometer, welches auf die an der grossen Trommel angebrachte Bandbremse wirkend, die Schnur unter constanter Spannung ablaufen liess.

Die Benutzung des Apparates fand in folgender Weise statt. Es wurde das Dynamometer derart mit der Bremse verbunden, dass erst eine abgelaufene Menge von 5000 m Kabel die Trommel hätte in Bewegung setzen können.

An das herabzulassende Ende der Schnur wurde ein geeignet belasteter Sandsack gebunden und durch Beeinflussen der Bandbremse das Herabschiessen der Schnur bewirkt. Nachdem sich das Aufschlagen des Sandsackes auf den Boden bemerklich gemacht hatte, wurden noch einige 100 m Kabel nachgelassen und von nun an der Apparat sich selbst überlassen. Naturgemäss verhängte sich der anfangs schleifende Ballastsack, und nachdem man die Ueberzeugung gewonnen hatte, dass die Schnur sich gleichmässig am Boden niederlegte, wurde am Zählwerk die in einer bestimmten Zeit abgelaufene Schnurlänge abgelesen.

Obwohl ich erwartete, dass unter Umständen der Ballon die Schnur um das Ankerseil durch eine Rotation herumwickeln würde, so trat dies doch bei den 2 Fahrten, bei welchen die Prüfung dieses Apparates vorgenommen wurde, nicht ein; es genügte vielmehr das geringe Moment der Schnurspannung, um den Ballon richtig einzustellen. Nur ein Uebelstand machte sich mitunter etwas störend bemerkbar, welcher hervorgerufen wurde durch das verhältnissmässig grosse Trägheitsmoment der mit 13 km Schnur bewickelten Trommel. Ich würde für den Fall der Benutzung eines

solchen Apparates die Trommel ganz weglassen und die Schnüre in anderer Weise über Bord geben.

Es hatte sich bei Gelegenheit von Versuchen mit Flugkörpern, deren Betriebsmaschine und Steuerorgane vom Abfahrtsorte auf elektrischem Wege regulirt wurden, folgende Anordnung der vom Flugkörper selbst sich abwickelnden Drähte, als sehr brauchbar erwiesen. Es waren die Drähte in derselben Weise durch eine geeignete Maschine in Knäuel gewickelt, deren einzelne Lagen sich im Allgemeinen in stumpfem Winkel kreuzen, wie dies in Spinnereien beim Knäulen von feinen Garnen geschieht. Der Faden wird aus dem mit einer geeigneten steifen Umhüllung umgebenen Knäuel von innen herausgezogen. Das äussere Ende desselben kann dann mit dem inneren Ende eines zweiten Knäuels verbunden werden u. s. f.

Es würde nur erforderlich sein, den Bremsapparat in geeigneter Weise umzugestalten und zwar würde ich denselben über zwei mit 5 bis 6 eingedrehten Nuten versehenen Trommeln laufen lassen, welche um parallele Axen drehbar durch Zahnräder mit einander verbunden sind.

Diese Anordnung findet sich unter anderen beschrieben in:

„Des Ingenieurs Taschenbuch“ herausgegeben vom Akademischen Verein „Hütte“. 15. Auflage. I. Theil. S. 557.

An eine dieser Trommeln wäre die Bandbremse anzubringen.

Diese ganze Vorrichtung besitzt ein sehr kleines Trägheitsmoment und kann infolgedessen leicht starken Geschwindigkeitsänderungen des ablaufenden Fadens folgen, ohne hierzu erheblicher Kräfte zu bedürfen.

Denselben Vortheil bietet die Anwendung der Knäuel und ausserdem kann man dieselben in beliebiger Anzahl hintereinander schalten, was bei Trommeln nicht möglich ist. Schliesslich kann man das ganze Material, welches an sich schon leichter ist, viel bequemer unterbringen.

In extremen Fällen wird ein kräftiger guter Zwirn vollständig ausreichen.

Zum Versuch gelangte die oben beschriebene Einrichtung bei 2 Fahrten, erstens München 19. Juni 1889, Ballon „Herder“, Insassen: Hauptmann Brug und von Siegsfeld; zweitens bei einer späteren Fahrt von Augsburg aus mit dem gleichen Ballon, Insassen: August Riedinger, Eugen Riedinger, von Siegsfeld.

Gegen die Verwendung dieser Vorrichtung sind wiederholt Bedenken ausgesprochen worden, bei welchen als Hauptgrund angegeben wurde, dass bei erheblichen Geschwindigkeitsunterschieden in der Atmosphäre der Faden so stark abgelenkt werden könnte, dass hierdurch die gewonnenen Messungen unbrauchbar würden.

Dies kann aber offenbar nur der Fall sein, wenn in verhältnissmässig geringer Höhe über dem Boden eine Luftströmung herrscht, welche in ihrer Richtung und Stärke von der Richtung und Geschwindigkeit der den Ballon umgebenden Luftmassen soweit abweicht, um die oben genannte Wirkung ausüben zu können.

Mir ist aus meinen Fahrten nur ein Fall bekannt, welcher hierher gehört, und auch hier hatte die untere Luftschicht eine Mächtigkeit von etwa 1500 m. Man würde in diesem Falle wohl schwerlich zu dieser Messungs-Methode gegriffen haben. Ich bestimmte bei dieser Fahrt die Position des Ballons durch Peilung von mir bekannten Gipfeln der Alpen, welche aus dem die Erdoberfläche sonst völlig bedeckenden Wolkenmeere hervorragten.

Bei Fahrten am Schleppseil genügen selbstverständlich ganz primitive Vorrichtungen zur Ausführung dieser Methoden für die Bestimmung von Curs und Fahrt des Ballons.

Aber auch bei Fahrten in grösserer Höhe wird man von derselben in den meisten Fällen eine nützliche Anwendung machen können, da (ausser mitunter im Winter) die grössere Geschwindigkeit der Luftbewegung sich in den grösseren Höhen vorfindet.

Die Sumner'schen Methoden der Positions-Bestimmung.

Die recht eigentlich für den Ballon geeigneten Positionsbestimmungen finden nach diesen Methoden statt.

Die Darlegung derselben finden sich im „Handbuch der Navigation, Hydrographisches Amt der Kaiserlichen Marine. Berlin, Ernst Siegfried Mittler & Sohn“ in § 101.

Da dieselben auf Höhenbestimmungen von Gestirnen sich basiren, so war zunächst eine Ermöglichung dieser Beobachtungen im Ballon erforderlich.

Da ich zunächst beabsichtigte zu untersuchen, welcher Genauigkeitsgrad bei dieser Art von Positionsbestimmungen im Ballon überhaupt erreichbar wäre, so bezweckten die ersten Versuche die Ermittlung der geeigneten Form des zu verwendenden künstlichen Horizontes.

Es erscheint dem Ballonfahrer im Allgemeinen der natürliche Horizont derart verwaschen oder durch terrestrische Refraction soweit aus seiner richtigen Lage, und zwar in einem schwer bestimmbaren Masse gehoben, dass seine Benutzung bei Höhenbestimmungen von Gestirnen in den meisten Fällen grobe Fehler mit sich bringen würde. Dies ist wohl umsomehr der Fall, in je grösserer Höhe die Beobachtung ausgeführt wird.

Ich halte es trotzdem nicht für ausgeschlossen, dass derselbe in geeigneten Fällen benutzt werden kann. Ich habe selbst den Meereshorizont vom Ballon aus tadellos scharf gesehen.

Natürlich müssen in solchen Fällen die Temperatur-Verhältnisse der unter dem Ballon befindlichen Luftschichten in aufmerksamster Weise berücksichtigt werden. Ich mache hier besonders auf die Ausführungen von Professor Dr. Amsler in der Meteorologischen Zeitschrift, Jahrgang 1895, No. 8, bezw. die Besprechung der Ausführungen von Professor Dr. Amsler

durch Dr. J. Maurer aufmerksam, da Luftschichten, welche in geringen Verticalabständen starke Temperaturdifferenzen aufweisen, eine ganz aussergewöhnlich starke Ablenkung der Lichtstrahlen von der geraden Linie hervorzurufen vermögen. Nach meiner Erfahrung treten diese Fälle weit häufiger ein, als man im Allgemeinen anzunehmen geneigt ist, namentlich dann, wenn der Boden intensiven Strahlungswirkungen positiver oder negativer Art ausgesetzt ist. Eine ausführliche Darlegung dieser Verhältnisse würde mich hier wohl zu weit führen, auch ist eine richtige Beurtheilung derartiger Fälle wohl nur durch die unmittelbare Anschauung möglich.

Die hier erwähnten Umstände erklären ungezwungen eine grössere Anzahl aussergewöhnlich starker Refractionserscheinungen, wie sie bei Ballonfahrten und in Polar-Gebieten beobachtet wurden.

Obwohl es nicht wahrscheinlich erschien, dass die gebräuchlichen Formen von künstlichen Horizonten im Ballon unmittelbar verwendet werden könnten, so glaubte ich doch, aus den bei der Beobachtung des Verhaltens derselben auftretenden Erscheinungen bemerkenswerthe Andeutungen zu gewinnen, in welcher Richtung eine Abänderung erforderlich sein würde.

Es wurden zunächst verschiedene Formen von Quecksilber- und Glycerinhorizonten bei Ballonfahrten mitgenommen und deren Verhalten beobachtet. Die Quecksilberhorizonte kamen niemals zur Ruhe. Auch der Glycerinhorizont wurde, wenn man sich ausserordentlich ruhig verhielt, durch den Pulsschlag allein in eine solche Bewegung versetzt, dass eine Beobachtung der Sonne durch das Fernrohr des Prismenkreises nicht mehr möglich war. Ich entsinne mich leider nicht mehr genau, ob dies mit dem Diopter allein gelang. Diese Untersuchungen wurden bei mehreren Fahrten im Jahre 1886 ausgeführt.

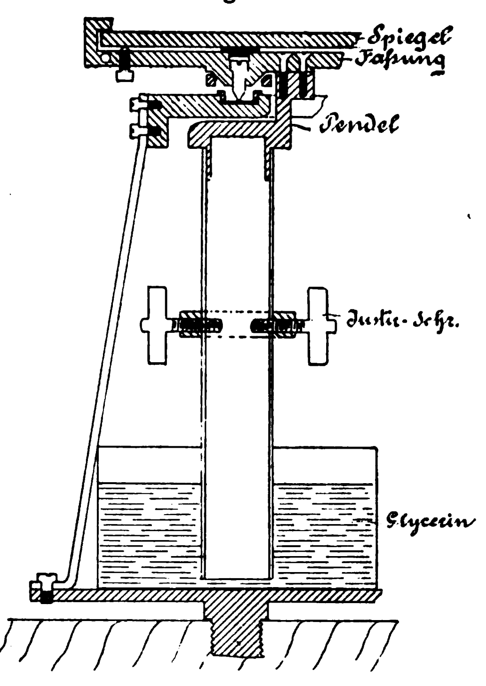
Grössere Störungen kamen bei ruhigem Verhalten im Korbe nicht vor. Demnach wurde ein Planspiegel, äusserlich versilbert, mittels einer gehärteten Stahlspitze auf einer ebenen Stahlplatte leicht beweglich aufgehängt. Die Fassung des Spiegels trug die erforderlichen Justirvorrichtungen und ein Theil derselben tauchte in ein theilweise mit Glycerin angefülltes Gefäss, wodurch die kleineren Störungen unschädlich gemacht wurden. Bei stationärer Aufstellung zeigte das Instrument Fehler — die Lage des Horizontes betreffend — von höchstens 4 Winkelsecunden, und zeigte sich gegen absichflich hervorgerufene Erschütterungen sehr unempfindlich.

Es war hiernach zu erwarten, dass auch im Ballon Höhenbestimmungen unter Benutzung dieses Horizontes gut durchführbar sein würden. In der That zeigte sich, dass dies beim Gebrauche eines Spiegelsextanten keine Schwierigkeit bot. Diese Feststellungen wurden bei einer Fahrt am 15. Februar 1887 gemacht.

Die Construction des Instrumentes ist aus der beiliegenden Zeichnung zu ersehen.



Fig. 1.



Die Versilberung des Spiegels wurde gewählt, um bei Nacht die Bestimmung von Sternhöhen leichter zu gestalten, als dies im Schwarzspiegel möglich ist.

Die Sumner'schen Methoden liefern die Position unmittelbar, sobald Höhen von 2 Gestirnen gleichzeitig gemessen werden können.

Dies ist bei Nachtfahrten und klarem Himmel stets möglich. Sollen die Messungen bei Tage stattfinden, so hat man mitunter Sonne und Mond, meist aber nur die Sonne zur Verfügung.

Will man sich nicht mit der Festlegung einer Positionslinie allein begnügen, so muss man entweder zwei zu verschiedenen Zeiten gemessene Sonnenhöhen unter Berücksichtigung von Curs und Fahrt während der Zwischenzeit der Positionsbestimmung zu Grunde legen, oder das durch den Compass bestimmte Azimuth der Sonne verwerthen. Diese letztere Bestimmung ist freilich wegen der so häufig vorkommenden Rotation des Ballons nicht besonders leicht. Ich habe versucht, die Peilvorrichtung unmittelbar auf der Compassrose anzubringen. Die bisher ausgeführten Constructionen entsprachen noch nicht meinen Anforderungen.

Die Untersuchungen in dieser Richtung halte ich noch nicht für abgeschlossen und glaube, dass sich noch brauchbare Resultate mit der Zeit werden erzielen lassen.

Besonders wichtig ist nun die Verwerthung der gewonnenen Beobachtungen im Ballon selbst. Wie schon gesagt, sollten Rechnungen thun-

lichst vermieden werden. Dies ist vollständig möglich, wenn man zur Positionsbestimmung unmittelbar einen Globus oder einen entsprechenden Theil desselben benutzt. Es lässt sich an Stelle des Globus auch die stereographische Kartenprojection verwenden (Handbuch der Navigation § 16), indessen ist die Verwendung eines Globus einfacher.

Die Grundlage für die Sumner'schen Methoden bietet der Umstand, dass der geometrische Ort für alle diejenigen Punkte, an welchen ein Gestirn unter gleichem Höhenwinkel erscheint, ein Kreis ist, welcher um denjenigen Punkt der Erdoberfläche, an welchem das betreffende Gestirn im Zenith steht, mit der Zenithdistanz desselben in entsprechendem Bogenmass beschrieben ist.

Wenn man von allen Nebeneinflüssen absieht, so ist es ohne Weiteres klar, dass eine derartige Positionsbestimmung auf einer Kugel, welche mit der erforderlichen Gradeintheilung versehen ist, sich leicht ausführen lässt und zwar richtet sich der hierbei erreichte Genauigkeitsgrad der Bestimmung durchaus nicht allein nach der Grösse der benützten Kugel, sondern im Wesentlichen nach dem für die Herstellung der Oberfläche der Kugel benutzten Material und der Sauberkeit und Geschicklichkeit, mit welcher die Bestimmung ausgeführt worden ist. Bei einem Durchmesser der Kugel von 25 cm beträgt das Bogenmass von einem Grad mehr als 2 mm und es ist selbst mit Bleistiftzeichnung leicht möglich, maximale Fehler von $^1/_5$ mm zu vermeiden, was einem Fehler der Positionslinie von 6 Seemeilen entspricht.

Man sieht aus diesen Ausführungen, dass die Dimensionen der zu verwendenden Einrichtungen ausserordentlich handlich werden, das geringe Volumen einer Kugel von 25 cm Durchmesser wird man bei den eminenten Vortheilen, welche die Verwendung einer solchen bietet, gern in den Kauf nehmen. Man kann allerdings anstatt der Kugel auch die stereographische Projection wählen. Bei derselben stellen sich alle Curven, welche auf der Kugel Kreise sind, ebenfalls wieder als Kreise dar, nur ist die Projection des Mittelpunktes des Kreises auf der Kugelfläche eine andere als der des Mittelpunktes des betreffenden Kreises in der stereographischen Karte. Derselbe lässt sich ohne Schwierigkeit durch eine einfache Rechnung oder auch graphisch bestimmen. Obwohl ich bei der Einübung auf diese Methode die stereographischen Karten benutzt habe, so kann ich doch in der Verwendung derselben keine besonderen Vortheile gegenüber der Benutzung von Kugeln erblicken. Namentlich wenn es erforderlich ist, Gestirne mit grosser Poldistanz zu verwenden, so werden die betreffenden Karten bei gleichem Mafsstabe der in Frage kommenden geographischen Gebiete gegenüber den Kugeln unverhältnissmässig gross. Ausserdem sind die Dimensionsänderungen des Materials, wenn man nicht direct Metallplatten verwerthet, voraussichtlich von mehr störendem Einfluss als bei einer entsprechend grossen Kugel. Die Verwendung der Letzteren dürfte sich daher aus mehreren Gründen empfehlen.

Einfluss der Refraction.

Es wurde bereits oben erwähnt, dass die Benutzung des natürlichen Horizontes unter besonderen Verhältnissen grobe Irrthümer herbeizuführen vermag. Bei der heutzutage noch herrschenden äusserst mangelhaften Kenntniss der diese Verhältnisse betreffenden meteorologischen Situationen der Temperatur-Lagerung dürfte es wohl gerathen erscheinen, Positionsbestimmungen, bei welchen Gestirne von nur wenigen Graden Höhe benutzt wurden, kein allzugrosses Vertrauen zu schenken.

Wenn auch in den Tafeln für die mittlere Refraction die Daten für geringe Höhen mit angegeben sind, und ebenso solche für die Correction bezüglich Barometer- und Thermometerstand, so sind diese doch häufig und namentlich für polare Regionen durchaus illusorisch.

Man ist überhaupt niemals in der Lage, zu sagen, ob ein für die Refraction angenommener Werth richtig ist oder nicht, wenn man nicht die Temperaturlagerung in der gesammten Atmosphäre auf das genaueste kennt, da den oben angeführten Ausführungen entsprechend ein Lichtstrahl unter Umständen eine verhältnissmässig scharfe Biegung erfahren kann.

Diesem verhältnissmässig wenig bekannten aber häufig vorkommenden Falle ist sicher eine grosse Anzahl von Irrthümern zuzuschreiben.

Es empfiehlt sich demnach zur Positionsbestimmung nur Gestirne zu verwenden, deren Höhe über dem Horizont so gross ist, dass die Correction wegen der Refraction überhaupt wegbleiben kann. Ich halte eine solche von 10 bis 12 Grad für ausreichend. Die Correction wegen der Refraction beträgt dann etwa 5 Minuten, ein Betrag der hier nicht mehr wesentlich in Frage kommt.

Bei einer Ballonfahrt am 19. Juni 1889 wurde mittels Prismenkreis und künstlichem Horizont die Höhe der Sonne bestimmt. Da diese Ballonfahrt in erster Reihe meteorologischen Untersuchungen gewidmet war und eine verhältnissmässig kurze Dauer hatte, so wurden weitere Höhenbestimmungen nicht vorgenommen. Aus dieser einen Beobachtung wurde unter angenommener Länge die Breite $48^0\,20'$ bestimmt, während die wirkliche Breite nach der Karte $48^0\,10'$ betrug[1]).

Eine weitere Fortsetzung dieser Versuche fand nicht statt.

Für rohe Bestimmungen der Position ist es aber offenbar nicht nothwendig, derartige instrumentelle Hilfsmittel zur Anwendung zu bringen. Es genügt vielmehr, ohne weitere optische Apparate Beobachtungs-Methoden anzuwenden, wie sie vor Jahrhunderten bei den Seefahrern in Gebrauch waren, ja man kann dieselben noch viel primitiver gestalten. Es ist durchaus überflüssig hier alle Formen, die zur Anwendung gelangen können, aufzuführen.

---

[1]) Die Originalaufzeichnungen stehen mir augenblicklich nicht zur Verfügung, sondern nur das beiläufig aufgezeichnete Schlussresultat der Berechnungen. Sobald dieselben in meiner Hand sind, werde ich die Daten mittheilen.

Der Werth der Beobachtung liegt im Wesentlichen im Geschick und in den Erfahrungen des Beobachters.

Es unterliegt keiner Schwierigkeit mit Kreisen, welche in halbe Grade getheilt sind, unter Benutzung des Schattens irgend eines geeigneten feinen Gegenstandes Höhenbeobachtungen zu erhalten, die höchstens zwei bis drei Minuten Fehler aufweisen.

Es ist unter Umständen möglich, durch ein einfaches Senkel einen geeignet eingerichteten Kreis derart einzustellen, dass unmittelbare Beobachtungen des Elevationswinkels des Schattens eines Körpers möglich sind. Beobachtungen dieser Art zu Lande ausgeführt, liefern Werthe von durchschnittlich 6 Seemeilen Fehler[1]).

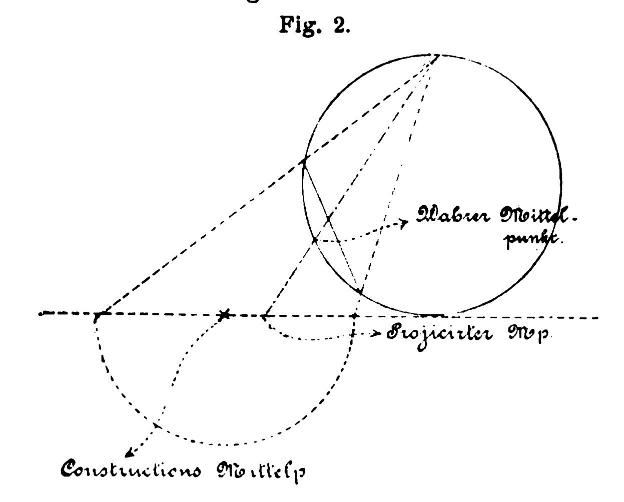
Die thatsächliche Ausführung der Positionsbestimmungen erfordert je nach dem Grade der Schnelligkeit, mit welcher dieselben ausgeführt werden sollen, mehr oder weniger präcise technische Vorkehrungen.

Wenn oben von Benutzung eines Globus gesprochen wurde, so ist damit natürlich nicht gemeint, dass man einen grossen Theil einer Kugel unter allen Verhältnissen benutzen soll. Namentlich für Präcisionsbestimmungen wird es vortheilhaft sein, nur denjenigen Theil als Kugeloberfläche auszubilden, auf welchem die zu bestimmende Position thatsächlich liegen wird, im Uebrigen aber (z. B. zur Bestimmung des Mittelpunktes des zu ziehenden Positionskreises) getheilte Metallbügel zu verwenden. Es gewinnt hierdurch die ganze Einrichtung wesentlich an Handlichkeit. Auch hier sind die mannigfaltigsten Formen möglich.

Ueber die Benutzung der stereographischen Projection ist noch Folgendes zu bemerken:

Die zeichnerische Bestimmung des Mittelpunktes der Kreise unterliegt an und für sich keiner Schwierigkeit. Wenn man auch nur einen Streifen

Fig. 2.



[1]) Dieses Resultat ist meiner Ansicht nach sehr werthvoll, weil es zeigt, dass ganz primitive Mittel unter Umständen sehr brauchbare Ergebnisse liefern.

zur Bestimmung des Mittelpunktes benutzen will, so hat man als Constructionselemente die Bedingungen, dass die Schnittpunkte des betreffenden Kreises mit dem zugehörigen Meridian um den gleichen Winkel von dem Centrum des Kreises abstehen müssen. Da nun die Länge eines Bogenstückes mit der Poldistanz in der stereographischen Projection zunimmt, so ist ersichtlich, dass das Centrum eines projicirten Kreises nicht arithmetisch auf dieser Projectionsform bestimmt werden kann, sondern dass der Abstand der Schnittpunkte des betreffenden Kreises mit dem Meridian des zugehörigen Centrums halbirt werden muss.

Man braucht also zur Ausführung der Construction nicht einen so grossen Bogen zu nehmen, dass nach allen Richtungen hin die gesammte Construction ausgeführt werden kann, sondern es reicht aus, wenn ein Meridian mit der erforderlichen Theilung versehen ist.

Was die Benutzung der Chronometer und des Nautischen Jahrbuches betrifft, so reichen die Ausführungen im Letzteren und in dem Handbuch der Navigation für den vorliegenden Zweck mehr als aus.

Anhang.

Ueber die Bestimmung von Curs und Fahrt in der Zwischenzeit zwischen zwei Beobachtungen ohne Benutzung des Compasses.

Die Bestimmung der Fahrt des Ballons ist schon früher besprochen.

In allen Fällen, in welchen der Compass versagt, nahe den polaren Gegenden, oder wenn durch irgend welche andere Bedingungen die Nadel nicht mehr benutzt werden kann, lässt sich der Curs in der Zwischenzeit zwischen zwei Beobachtungen nach der Sumner'schen Methode in folgender Weise festlegen:

Vorausgesetzt wird, dass der Ort des Ballons bis auf etwa 50 geographische Meilen genau bekannt ist, dass er sich also auf einen Flächencomplex befindet, der etwa die Grösse von Frankreich hat. Die Unsicherheit soll sich gleichmässig erstrecken auf Längen, wie Breiten.

In polaren Gegenden kann die Unsicherheit in der Länge also ganz bedeutend sein.

Nach den Angaben des nautischen Jahrbuches ist nun für jeden Augenblick der Ort bekannt, über welchem die Sonne senkrecht steht. Durch Avisiren der Sonne (oder irgend eines der zur Positionsbestimmung benutzten Gestirne) ist es nun möglich auf dem Globus oder einer Karte nach gnomonischer Projection, in welcher alle grössten Kreise sich als gerade Linie darstellen[1]) durch das Gebiet der vermutheten Position die

[1]) Diese Karte ist für den vorliegenden Zweck nur dann verwendbar, wenn die Position des Ballons und der Scheitelpunkt des Gestirnes auf derselben Halbkugel sich befinden.

Visirlinie zu ziehen. Ist diese festgelegt und behält man die Orientirung der Karte oder des Globus nach dem Gestirn bei, so lässt sich auch leicht der Curs des Ballons eintragen.

Wird ein Wechseln desselben in der Zwischenzeit zwischen zwei Beobachtungen vermuthet, so muss diese Bestimmung von Zeit zu Zeit wiederholt werden.

Durch diese Methode ist gerade in polaren Gegenden bei dem verhältnissmässig niedrigen Stande der Sonne nach der Sumner'schen Methode eine sehr scharfe Bestimmung der Position möglich.

Ein grober Fehler in der Annahme des rohen Ortes macht sich auf diese Weise nur in unbedeutendem Masse geltend durch Beeinflussung der Verzeichnung des Curses in der Zwischenzeit.

Definition des Fluges und Beurtheilung einiger Projecte.

Von A. Platte in Wien.

Die Flugmöglichkeit eines schweren Körpers ist immer und in jedem Falle davon abhängig, dass in dem Momente, wo der Flug verrichtet werden soll, der zum Flug zu bringende Körper, entweder in sich, oder von aussen her eine Bewegungskraft besitzt, welche im Stande ist, die Widerstände (Schwere, Luftwiderstand etc.) zu bewältigen. Die Theorie fordert daher nur das Vorhandensein einer entsprechenden Bewegungsgrösse; sie fordert aber keineswegs, wie das fälschlich von vielen Flugtechnikern als Axiom aufgefasst wird, dass diese Bewegungskraft ihren Ursprung in den Muskeln nehme, oder von denselben auch nur herleite; die Kraft, welche den Flug bewirkt, kann auch anderer Abstammung sein, wie ja der Flug ohne Flügelschlag, also ohne Muskelkraft-Anwendung, so ungemein deutlich erweist. Man darf nicht den Schluss ziehen, dass, weil die Vögel zumeist mit den Flügeln schlagen, nun diese Muskelkraftäusserungen als Ursache jedes Fluges betrachtet werden müssen, sondern man muss aus der Thatsache des vorkommenden Fluges ohne Flügelschlag, nothwendig, also mit voller, zweifelfreier Bestimmtheit folgern, dass ausser der Muskelkraft noch andere Flugkräfte existiren, deren wirkliches Vorhandensein erst zu ermitteln und zu definiren sein wird.

Dass diese subtile Unterscheidung in der Art der den Flug bewirkenden Kräfte von den Flugtechnikern in der Regel mit Stillschweigen übergangen wird, mag mit dazu beigetragen haben, dass man das Geheimniss der Flugkunst noch nicht so vollständig klar zu enträthseln vermochte, wie es die Wissenschaft wohl zu fordern berechtigt ist.

Man muss, um mit der Auffassung der Flugfrage ganz fertig werden zu können, zuerst die Möglichkeit des Gegensatzes aufklären, der zwischen dem Flug ohne Flügelschlag und jenem mit Flügelschlag thatsächlich besteht

und man hat die Flugerscheinung dahin zu analysiren, ob in beiden Flugfällen nun die nämlichen oder verschiedene Bewegungskräfte zur Wirkung gelangen und wie ihr Vorhandensein zu erklären ist.

Dass das Auffliegen von flacher Erde von einem Vogel nur in dem einen Fall ermöglicht werden kann, wenn seine Flügelschlagkraft das Wiegegewicht bewältigen kann, ist unbestreitbar richtig, denn es ist in der That ein anderes Bewegungsmittel nicht zu erkennen. Der Beweis ist darin zu finden, dass, wenn man durch Beschneiden der Flügel die Schlagkraft derselben entsprechend verkleinert, ein Auffliegen des Vogels nicht mehr möglich gemacht werden kann; dabei ist aber zu bemerken und ja für sich klar, dass die Flügelschlagkraft überhaupt nur dann hebend wirken kann, wenn das Vorhandensein der atmosphärischen Luft vorausgesetzt wird, da Flügelschläge im leeren Raum oder in sehr verdünnter Luft, trotz der vorhandenen Muskelkraft, unwirksam bleiben müssten.

Wir haben also constatirt, dass zum Auffliegen von flacher Erde unbedingt eine Muskelschlagkraft vorhanden sein müsse, welche in ihrem Effecte grösser als das Wiegegewicht des Flugkörpers zu sein hat, was wieder voraussetzt, dass in einem solchen Falle das Fluggewicht der Schlagkraft angepasst sein muss, was die Natur bei den Fluggeschöpfen durch zweckmässigen, specifisch leichten Bau der Thiere herbeiführt und von der Flugtechnik durch theilweise Entlastung des Flugkörpers erzielt werden kann.

Beim Auffluge ist daher die das Gewicht bewältigende Maschinenkraft in der That das einzige Bewegungsmittel und dieses Agens muss vorhanden sein, wenn man die Hebung eines Flugkörpers von flacher Erde zu Stande bringen soll.

Damit ist ein bestimmtes und unwiderrufbares Verdammungsurtheil über alle wie immer combinirte Projecte ausgesprochen, bei welchen sich das Vorhandensein der erforderlichen Hebekraft nicht bestimmt nachweisen lässt.

Die gegenwärtige Aussichtslosigkeit der Flugtechnik begründet sich höchst wahrscheinlich in der Unterlassung der Anwendung der theilweisen Entlastung und in dem verkehrten Streben der Flugtechniker, dieses unentbehrliche Kraftergänzungs-Mittel durch unerfindbare Maschinen ausser Combination zu bringen.

Wenn dagegen eingewendet wird, dass eben der Flug ohne Flügelschlag den Beweis erbringe, das Vorhandensein von Muskel- resp. Maschinenkraft sei in diesem Falle doch entbehrlich, so muss darauf erwidert werden, dass ein Luftschiff, dessen Flug auf die Wirkung äusserer Kräfte (Gravitationskraft und Luftwiderstand von unten) wie es Lilienthal anstrebte, hin unternommen wird, niemals ein vollkommenes Luftschiff wäre, da es seinen Flug immer nur durch Fall von der Höhe zu beginnen vermöchte und nur dann durchschnittlich horizontal (in Wellen) fliegen könnte, wenn demselben ein hebender Wind zur Verfügung stände; wäre diese hebende Windkraft

in jedem Augenblicke nicht vorhanden, so würde ein solcher Kunstflug nur mit stetem Höhenverluste, also schräg abwärts zu bewerkstelligen sein, was allein nicht als Aufgabe eines Luftschiffes betrachtet werden kann, da nur das durchschnittliche Horizontalfliegen die Vollkommenheit eines Luftschiffes ergiebt. Darum wäre auch ein nach dem System Miller-Hauenfels oder Koch erbautes Luftschiff, den Lilienthal'schen Anträgen weit vorzuziehen, da ein solches, weil es über eine motorische Kraft verfügt, die den beim schrägen Abfall stattfindenden Fallverlust stetig ersetzen kann (wenn anders dem Koch'schen Motor jene Wirksamkeit eigen ist, die er demselben vindicirt, was zwar behauptet wird, aber durch Versuche keineswegs sichergestellt ist), die Fähigkeit besässe, durchschnittlich horizontal, also andauernd zu fliegen.

Trotzdem wäre ein solches Koch'sches Luftschiff doch nicht vollkommen, denn der mit demselben verbundene Zwang, nur durch Fall von einer Höhe in Bewegung gesetzt werden zu können, ermöglicht demselben nur eine Landung, da ein Wiedererheben desselben vom Landungsplatze ganz unmöglich ist und weiters eine grosse Gefahr für den Betrieb eines solchen Luftschiffes darin erblickt werden muss, dass die motorische Kraft des Schiffes nicht ausreichend ist, dem Schiffsgewichte gleichwerthig zu sein.

Denselben Mangel, welchen sogar Versuche mit so construirten Schiffen lebensgefährlich erscheinen lassen, besitzen auch die von Miller-Hauenfels construirten Schiffe, welche auch darum von der Praxis verworfen werden mussten, trotzdem die Theorie auf welche hin dieselben basirt wurden, heute als zutreffend anerkannt ist.

Zur Vollkommenheit eines Luftschiffes ist die Eigenschaft, dass die in demselben untergebrachten Bewegungskräfte dem Wiegegewichte desselben entsprechen müssen, unentbehrlich und nur aus diesem einleuchtenden Grunde kann die Anwendung der theilweisen Entlastung bei Luftschiffconstructionen nimmermehr entbehrt werden und es ist vorauszusagen, dass insolange man sich nicht entschliesst, dieses Mittel anzuwenden, ein brauchbares Luftschiff nicht zu Stande kommen kann.

Es ist nun noch zu ermitteln, wie es kommt, dass der Vogel, sobald er den Flug von einer erreichten Höhe ab bewerkstelligt, sich in der Luft, wenn auch nicht durchschnittlich horizontal, doch in schwach geneigter Abfallslinie, mit ansehnlicher Geschwindigkeit vorwärts zu schieben vermag, ohne genöthiget zu sein, hierbei seine Muskelkraft auf Flügelschläge ausgeben zu müssen.

Die von Herrn Professor Georg Wellner schon im Jahre 1883 angestellten Versuche mit schräg fallenden Flächen, seine auf diese Versuche aufgebaute schöne Theorie, sowie die Flugversuche des Herrn Lilienthal haben den überzeugenden Erweis erbracht, dass diese vorwärts strebende Schrägbewegung durch das auf die Segelflächen des Vogels drückende Fluggewicht herbeigeführt wird und die Schräge des Vogelfalles von der

bei Beginn des Falles statthabenden Schrägstellung der Segelflächen des Vogels abhängig ist, so dass bei schwach geneigten Segelflächen, die Abfalllinie flacher, bei stark geneigten Segelflächen aber steiler werden muss. Nach der Wellner'schen Theorie lässt sich der Abfallwinkel, in welchem der Flug des Vogels erfolgen muss, haarscharf vorausberechnen und die von Herrn Wellner ausgeführten Versuche beweisen die volle Uebereinstimmung zwischen Rechnung und Experiment.

Diesen grundlegenden Versuchen des Herrn Wellner hat man bisher nicht die denselben gebürende Beachtung geschenkt und es mag dies eine Mitursache sein, dass die Definition des Fluges von vielen Flugtechnikern in so verworrener, gänzlich unklarer Weise vorgebracht wird und die Ursache des Schrägfluges nicht richtig dargelegt wurde und wird.

Aber auch die weiteren, an diese Grundversuche angereihten schönen Experimente des Herrn Wellner und auch des Herrn Lilienthal über die Wirkung, welche die Drehung der Segelflächen während des Schrägfalles auf die Richtung der Fluglinie und auf die Geschwindigkeit ausübt, wurden viel weniger beachtet, als es nothwendig wäre.

Diese Experimente zeigten mit voller Deutlichkeit, dass, sobald die Drehung der Segelfläche nach aufwärts begann, auch die Flugrichtung sich nach aufwärts wendete, die Fluggeschwindigkeit aber eine stetige Abnahme erfuhr und sich endlich auf Null reducirte.

Es ist also eine durch den Augenschein leicht zu constatirende Thatsache, dass eine schräg abfallende Fläche, lediglich durch Veränderung der Stellung dieser Fläche, gezwungen ist, gegen die Richtung der Gravitation sich zu bewegen, also zu steigen, wobei sie aber an Geschwindigkeit verliert und auch ersichtlich wird, dass das Steigen nicht bis zur ursprünglichen Höhe erfolgt, sondern unter derselben bleibt.

Man darf an dieser Erscheinung nicht achtlos vorübergehen, sondern man hat zu untersuchen, wie das plötzliche Steigen zu erklären ist und woher die Bewegungskraft stammt, welche das Steigen bewirkt?

Die Ursache der Bewegung der Fläche gegen die Richtung der Gravitation muss auf die Wirkung einer neu auftauchenden Kraft, welche der Gravitations-Kraft entgegen zu wirken vermag, zurückgeführt werden können.

Es bedarf wohl keiner weitläufigen Auseinandersetzung, dass diese so wunderbar in die Erscheinung tretende Kraftwirkung nur auf die Kraft des Bewegungs-Momentes zurückzuführen ist, welches die Fläche durch den schrägen Abfall erlangt hat und dessen ansehnliche Arbeitsgrösse in in der Formel $\frac{M v^2}{2}$ Ausdruck findet. Die neu auftretende Arbeitskraft ist aber nur dann fähig gegen die Fallkraft der Fläche zu wirken und das Fallen in Steigen umzuwandeln, wenn der Fall der Fläche in atmosphärischer

Luft stattfindet, die durch den Gewichtsdruck des Flugkörpers gerade so weit comprimirt wurde, dass sie einen festen Stützpunkt für das Aufsteigen der sich rhytmisch aufdrehenden Fläche bildet.

So einfach sich der Vorgang naturgetreu beschreiben lässt, so schwer verständlich war er bisher den Flugtechnikern und erst die von Herrn Lilienthal ausgeführten Wellenflüge machten die Einwendungen der ungläubigen Thomase mehr oder weniger verstummen und man beginnt ab und zu mit der Wirkung der lebendigen Kraft, die beim Wellenflug so wunderbar in Action tritt, zu rechnen und staunend finden die Flugtechniker, dass die Grösse dieser lebendigen Kraft $\left(\frac{M v^2}{2}\right)$ so bedeutend sei, dass sie ausreichend wäre, die gefallene Fläche bis in ihre Ursprungshöhe zurückzuheben, wenn nicht auf dem Wellenwege die Reibung und der Flächenwiderstand überwunden werden müssten, wodurch ein Theil der im Tiefpunkte der Welle vorhandenen Kraft aufgezehrt wird, so dass, um durchschnittlich horizontal fliegen zu können, eine Zusatzkraft, genau in der Grösse dieser leicht berechenbaren Widerstände, sich erforderlich zeigt.

Nimmt man sich die wahrhaft kleine Mühe, für specielle Fälle die Grösse dieser nothwendigen Zusatzkraft, bestehend aus der Luftreibung und dem Flächenwiderstand, ziffernmässig zu berechnen, so findet man zu seiner nicht geringen Ueberraschung, dass die zur Vollführung des durchschnittlich horizontalen Fluges erforderliche Zusatzkraft, welche hier natürlich eine motorische Kraft zu sein hat, im Vergleich zu derjenigen Kraft, welche zur Hebung von flacher Erde nothwendig ist, kaum den 8ten Theil der letzteren beträgt, so dass man hieraus zu folgern berechtigt ist, dass zur Absolvirung des durchschnittlich horizontalen Wellenfluges nur der 8te Theil jener als erforderlich ausgewiesenen motorischen Kraft nöthig ist, die für die Ausführung des Ruderfluges beizustellen wäre.

Es ist also zur Ausführung des Wellenfluges nur eine sehr schwache und daher sehr leichte Maschine nothwendig, während zur Ausführung des Ruderfluges (ohne Anwendung einer theilweisen Entlastung) Maschinen von einem Schwergewicht nothwendig sich ergeben, welches jede Hoffnung, einen Flugapparat mit solchen Maschinen construiren zu können, in vorhinein aussichtslos macht.

Diese Rechnungsthatsachen, über deren Richtigkeit sich jeder Flugtechniker, durch Ausführung der bezüglichen Rechnungen, vergewissern kann, sollten längst dazu geführt haben, dass man die lächerliche Behauptung, der Ruderflug sei dem Wellenflug vorzuziehen, nicht mehr zu widerholen wagen soll; wenn es trotzdem geschieht, so kann man nur die Ungründlichkeit derjenigen bedauern, die an so scharf widerlegbaren Meinungen dennoch festhalten!

Die von Miller-Hauenfels und später von Koch gemachten Projecte von Segelflugschiffen basiren daher auf sehr reellen Anschauungen und

werden sich nur darum nicht zur praktischen Ausführung durchzukämpfen vermögen, weil, wie schon erwähnt wurde, die Sicherheit des Verkehrs solcher Schiffe insolange nicht als verbürgt betrachtet werden kann, als die in ihnen untergebrachte motorische Kraft so gering ist, dass sie zwar für den Wellenflug ausreichen wird, aber viel zu klein wäre, um das Auffliegen von flacher Erde zu ermöglichen, oder aber nur das Schiff während des Falles ganz zum Stillstand zu bringen, weil die Kraft des Motors das Schiffsgewicht nicht beherrscht. Es ist aber ganz ausser Frage zu stellen, dass für die Sicherheit des Verkehrs die unbedingte Nothwendigkeit vorliegt, dass die im Schiffe untergebrachten Hebekräfte das Schiffsgewicht überwiegen müssen, was heute nur durch Anwendung einer theilweisen Entlastung überhaupt ausführbar erscheint.

So sehr man sich auch abgeneigt zeigt, von der theilweisen Entlastung bei Construction von Luftschiffen Anwendung zu machen, der Zwang der Thatsache, dass ohne Anwendung derselben eine brauchbare Construction ganz undenkbar ist, wird doch dazu führen, dass man von diesem Mittel Gebrauch machen wird; dann ist auch der tote Punkt überwunden und ein rascher Fortschritt in Aussicht zu stellen.

Vorläufig, bis sich die bessere Erkenntniss über die unabänderlichen Nothwendigkeiten, die bei der Luftschiffahrt erfüllt werden müssen, Bahn gebrochen haben wird, lässt sich nichts anderes thun, als bei jeder Gelegenheit auf die Unmöglichkeiten hinzuweisen, welche die Ausführung rein aviatischer Schiffe andauernd hindern werden, damit man endlich davon ablässt, solche Projecte zu erdenken.

Die wohlwollendste Beurtheilung fanden bisher die von Herrn Kress und Herrn Maxim construirten Drachenflieger und viele Flugtechniker hegen die Erwartung, dieselben würden auch praktisch auszuführen sein. Wie wenig wahrscheinlich es ist, dass sich diese Hoffnung realisiren könne, möge aus folgender Erörterung abgenommen werden.

Nach v. Loessl's „Luftwiderstands-Gesetzen" (Seite 140) ist für den horizontalen Antrieb einer schiefen Fläche in der Luft (Drachenflieger) die aufzuwendende motorische Arbeit:

$$\mathfrak{d} = \frac{v^3 F \sin^2 \alpha\, s}{g} \text{ Meter Kilogramm per Sec.}$$

und der während der Bewegung stattfindende Auftrieb oder das Gewicht, welches von der schiefen Fläche gehoben werden kann:

$$D = \frac{v^2 F \sin \alpha \cos \alpha\, s}{g} \text{ Kilogramm.}$$

In dieser Formel bedeutet $\frac{s}{g} = \frac{\text{Luftdichte}}{\text{Anelevation}} = 0.125 = \frac{1}{8}$, F die Fläche in Quadratmeter, α der Neigungswinkel der Fläche und v die Fluggeschwindigkeit in Meter per Secunde.

Nimmt man nun an, es wäre (in einem praktischen Falle) die Drachenfläche 100 m^2, der Neigungswinkel der Fläche 5 Grad und die zu erlangende Fahrgeschwindigkeit 15 Meter per Secunde, so ergiebt sich die nothwendige Arbeit mit 320 mkg oder 4 Pferdekräften bei 100% Nutzeffect, das gehobene Gewicht mit 244 Kilogramm. Da aber der Nutzeffect der Maschine höchstens mit $^1/_2$ angenommen werden kann, so muss die Maschine 8 Pferdekräfte erhalten.

Nimmt man nun das Gewicht eines Menschen mit 80 kg, so verbleibt, da das Gesammtgewicht nun 244 kg beträgt, für Maschine und Drachenfläche ein einzuhaltendes Constructionsgewicht von 164 kg. Da die Drachenfläche von 100 m^2 kaum mit 100 kg herzustellen ist, so bliebe auch in diesem günstigen Falle für die 8 pferdige Maschine nur ein Gewicht von 64 kg, d. i. per Pferdekraft 8 kg.!

Dabei muss die Voraussetzung gemacht werden, dass es möglich gemacht werden kann, den Stellwinkel mit 5 Grad genau einzuhalten.

Es ist natürlich garnicht daran zu denken, die Drachenfläche mit 100 kg Materialgewicht auszuführen; man benöthigt hierzu vielmehr 300 kg Material, und eben so wenig kann der geschickteste Mechaniker auch nur träumen, eine 8 pf. Maschine mit 64 kg Gewicht auszuführen, es sind vielmehr mindestens 200 kg Material hierzu erforderlich.

Die praktische Verwirklichung eines solchen Fliegers ist daher unmöglich. Auch wenn man andere Dimensionen und andere Fahrgeschwindigkeiten wählt, stellt sich die praktische Unausführbarkeit von Drachenfliegern heraus.

Nimmt man z. B. an, die Fahrgeschwindigkeit sei 20 m p. Sec., die Drachenfläche messe 50 m^2 und der Stellwinkel sei mit 10 Grad bestimmt, so ergiebt sich die Arbeit mit 1507 mkg oder 20 Pferdekräften und das durch die Bewegung gehobene Gewicht mit 427 kg. Mit einem Materialgewichte von 427 kg ist es aber ganz unmöglich einen solchen Flugapparat herzustellen, sondern es sind hierzu erforderlich:

1 Mann	80 kg
50 m^2 Drachenfläche . .	150 „
Maschine	1000 „
zusammen	1230 kg

also das dreifache dessen, was die frühere Rechnung zeigte.

Es ist also nicht allein sehr wahrscheinlich, sondern ausser allen Zweifel gestellt, dass die Projectanten von Drachenfliegern sich nur selbst belügen, wenn sie behaupten, es sei der Ruderflug durch Drachenflieger praktisch ausführbar. Was nützen da alle theoretisch unanfechtbaren Aufstellungen, wenn der Praktiker sagen muss, es sei ihm ganz unmöglich den Anforderungen der Theorie praktisch gerecht zu werden?

Man soll doch endlich aufhören, die Vereine mit Vorlage solcher Projecte abzuquälen, deren praktische Herstellung sich als ganz unmöglich darstellt!

Nur dann, wenn sich die Befürworter der Drachenflieger entschliessen, ihre Apparate nach den Methoden der Herren Miller-Hauenfels, Langley, Koch, Lilienthal in Bewegung zu setzen, nämlich durch Fall von der Höhe, ist es denkbar, durch den hieraus resultirenden Kraftgewinn $\frac{M v^2}{2}$, den Drachenflug praktisch zur Ausführung zu bringen.

Damit will aber durchaus nicht behauptet werden, dass die Ausführung von Luftschiffen nach den Plänen von Miller-Hauenfels, Koch, Lilienthal etc. zu empfehlen wäre und das darum nicht, weil, wenn auch die Möglichkeit des Fluges mit solchen Schiffen zugegeben wird, der Betrieb derselben immer lebensgefährlich bleibt und solche Schiffe, da sie nur eine Landung ausführen können, immerdar als unvollkommen zu bezeichnen sein werden.

Um Schiffe herzustellen, die sich durch eigene Kraft von flacher Erde zu erheben vermögen, die nach ihrer Erhebung in der Lage sind den Segelflug auszuführen und so viel Kraft in sich bergen, um mit ihr jederzeit das Schiffsgewicht beherrschen zu können, ist nur die Anwendung der theilw. Entlastung wirklich abhelfend. Das soll man sich gesagt sein lassen, nur die theilweise Entlastung ist das einzige bekannte und höchst einfache, naheliegende Mittel um das Flugproblem vollständig und so zu lösen, wie es uns die Vögel aufzeigen.

Wenn die Flugtechniker aber sich wie bisher beharrlich weigern, von diesem Hülfsmittel Gebrauch zu machen, so wird aus allen ihren eifrigen Bemühungen nicht viel praktisch Brauchbares herauskommen können, ganz gewiss aber ein vollkommenes Luftschiff nicht an das Tageslicht treten, denn das für den Flug nothwendige Verhältniss zwischen Kraft und Last ist eben nur durch die theilweise Entlastung zu gewinnen.

Schliesslich sei auch den Vorschlägen des Herrn Buttenstedt die ihnen gebührende Aufmerksamkeit zugewendet.

Auch Buttenstedt beginnt, gleich Miller-Hauenfels, Langley, Koch etc. den Flug von der Höhe und sichert sich dadurch die Schwerkraft als benutzbare Betriebskraft, welche ihn in schrägen Abfallslinien vorwärts schiebt; er gewinnt dadurch, wie er sagt, „für die Flugmaschinen der Zukunft eine constante Naturkraft, auf deren Trieb-Energie stets zu rechnen ist, so dass zur völligen Erhaltung des Fluges nur noch geringe Hülfskräfte nöthig sind“. Bis hierher ist seine Auffassung des Fluges tadellos und übereinstimmend (nur mit anderen Worten ausgedrückt) mit den übrigen von den Anhängern des Segelfluges aufgestellten und durch Rechnung in ihrer Richtigkeit bestätigten Segelflug-Gesetzen. Nicht so zustimmend kann man sich aber seiner weiteren hypothetischen Meinung unterwerfen, dass die „Hülfskraft“, welche zur Ausführung des durchschnittlich horizontalen

Fluges auch er als nothwendig bezeichnet, durch die „elastische Spannkraft des Flügelmaterials" geliefert werde. Diese etwas mystische Spannkraft, die Buttenstedt als positiv vorhanden annimmt, kann er als stets gegenwärtig und mechanische Arbeit leistend nicht nachweisen.

Es ist dies ein Irrthum in der Definition, denn es ist doch klar, dass die Hülfskraft, welche das Steigen der früher continuirlich gefallenen Fläche so plötzlich bewirkt, lediglich im Bewegungs-Moment derselben zu suchen sein muss; denn das Ansteigen der Fläche erfolgt ja immer erst dann, wie die Wellner'schen Experimente nachweisen, wenn die rhytmische Aufdrehung der Segelfläche erfolgt und dadurch die Richtung der in der fallenden schweren Fläche accumulirten lebendigen Kraft nach aufwärts gelenkt wird. Nicht die Spannkraft des Flügelmaterials. die ja bei der Wellner'schen Experimentirfläche garnicht vorhanden sein kann, da sie steif construirt ist, sondern das Bewegungsmoment derselben, dessen berechenbarer Arbeitswerth $\frac{M v^2}{2}$ ist, liefert die für das Aufsteigen erforderliche Arbeitskraft, die aber noch durch die Kraft eines Motors verstärkt werden muss, der die Widerstände während des Durchfliegens der Welle zu beheben im Stande ist.

Würde die Spannkraft der Flügel eine verwendbare Arbeitskraft sein, so müsste der Segelvogel in der Lage sein, gleichmässig horizontal zu fliegen, dies ist ihm aber bekanntlich erst dann möglich, wenn er durch Fall ein Bewegungs-Moment erworben hat. Das Bewegungs-Moment und nicht die Spannkraft des Flügelmaterials ist die Kraft, welche beim Segelflug ausschlaggebend einwirkt.

Es giebt viele Flugthiere mit steifen Flügeln, die das Fliegen sehr gut ausführen, ohne diese elastische Spannkraft zu besitzen, und darum kann diese Kraft nicht principiell den Flug ermöglichen, obwohl es ganz zweifellos ist, dass durch die wechselnde Spannung der Lenkfedern beim Auf- und Niederflug die Flugrichtung mannichfach beeinflusst wird.

Beim Segelflug wirken die Schwerkraft, die lebendige Kraft des Bewegungs-Momentes, der die Widerstände überwindende Flügelschlag und der Luftwiderstand nach unten bewegend, während die Flügel, wenn sie nicht gerade schlagen, nur wie ein Ruder die Steuerung zu besorgen haben.

Dass die Schwerkraft durch ihren Druck auf eine schräg geneigte Fläche, also auch auf einen t o t e n Vogel, der mit ausgebreiteten Flügeln niedersinkt, so wirkt, wie es Buttenstedt beschreibt, wird gewiss von Niemanden bestritten und es ist eben durch die Versuche mit der Wellner'schen Fläche so überweisend dargethan, dass ein Zweifel an dieser Thatsache wohl nicht mehr ausgesprochen werden wird.

Recapitulirt man im Geiste die bisherigen Ergebnisse der flugtechnischen Studien, so ergiebt sich, dass die Bewegung in der Luft in mehrfacher Weise vollführt werden könne, die Qualität der einzelnen Methoden aber unter sich sehr verschiedene Resultate erbringe.

Der Ballon (leichter als die Luft), obwohl er heute das einzige Mittel ist, praktisch eine Art Flug zu bewirken, ist aber dennoch ein höchst unvollkommenes Instrument, da ihm die Hauptsache, die Lenkfähigkeit und nothwendige Geschwindigkeit, nicht in jenem Maasse eingeimpft werden kann, wie es das Bedürfniss erheischt.

Der Segelflug, wie er von Miller-Hauenfels, Langley, Koch, Buttenstedt, Lilienthal und Anderen befürwortet wird, gründet sich auf theoretisch richtige Anschauungen und auf Erfahrungen, deren thatsächliches Vorhandensein allgemein zugegeben wird; jedoch stehen der praktischen, erfolgreichen Ausführung desselben mannichfache, kaum bewältigbare Hindernisse entgegen.

Schon die Versuche erwiesen sich als lebensgefährlich, da der Flug durch Fall von der Höhe begonnen werden muss, und müssen es auch andauernd bleiben, weil die motorische Kraft, über welche die Apparate nur verfügen, nicht so gross ist, um das Schiffsgewicht vollständig beherrschen zu können; in Folge dessen sind sie auch nur zu einer Landung befähigt, was denselben eine Unvollkommenheit aneignet, die nicht zu beseitigen sein wird.

Nichtsdestoweniger kann man voraussehen, dass der Wagemuth der Menschen mit solchen Schiffen noch sehr bedeutende Erfolge erzielen kann, denn das ist gewiss, dass man nur mit Segelflugschiffen Fluggeschwindigkeiten erzielen kann, die jenen der Vögel gleichkommen. Trotzdem werden sie immer nur unter die unvollkommenen Luftschiffe eingereiht werden können, weil ihnen die Fähigkeit, von flacher Erde aufzufliegen, gänzlich mangelt.

Das Ideal der Flugtechniker, der Ruderflug, ist, wie die sorgfältigste Prüfung aller bekannt gewordenen Projecte leider mit absoluter Gewissheit ergab, technisch unausführbar, weil es unmöglich ist, in einen noch so leicht gebauten Flugapparat die zu seiner Hebung unbedingt erforderliche motorische Kraft unterzubringen Ueber diese bedauerliche Thatsache helfen alle gegentheiligen Behauptungen der Erfinder nicht hinweg.

Das einzige bekannte Mittel, welches vielleicht, wenn angewendet, fähig wäre, die Unvollkommenheiten der verschiedenen, einer Beachtung werthen Projecte gründlich zu beheben, die theilweise Entlastung, wartet noch auf seinen Nutzgebrauch!

Kleinere Mittheilungen.

Ueber Entzündungen von brennbaren Gasen durch thermodynamische Wirkungen. Die folgende Tabelle giebt die Temperaturen in °C, welche Luft bei adiabatischer Compression von 0° und 1 Atm. abs. Druck auf *n* Atm. abs. Druck erreicht.

n	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	120	150	200
t	260	397	461	521	559	600	666	703	728	769	825	891	1009

Bei Gemischen von verschiedenen Gasen stellen sich die Temperaturen etwas anders, indessen sind die Unterschiede nicht gross, und da im Folgenden exacte Werthe nicht erforderlich sind, so kann dieser Unterschied vernachlässigt werden; um zwar um so mehr, als die specifischen Wärmen der Gase für hohe Temperaturen noch nicht ermittelt worden sind. Ueber die hier einschlägigen Erscheinungen liegen mir ausführliche Versuchsergebnisse vor. Die Versuche wurden angestellt in Stahlcylindern von 84 bezw. 49 mm licht. Weite mit Gasgemischen verschiedenster Art, Benzindämpfen, Leuchtgas, Wasserstoffgas, mit Luft bezw. reinem Sauerstoff. Der Kolben war belastet und der Gasraum heizbar.

Hatte das Gasgemisch eine Temperatur von etwa 15° und wurde der Kolben frei fallen gelassen mit einer Belastung von ca. 88 kg[1]), so erfolgte die Zündung mit Sicherheit (in dem 84 mm Rohr). Die vor der Explosion erreichten Drucke betrugen etwa 40 Atm.

Wir können also 550° annähernd als Zündungstemperatur dieser Gasgemische ansehen.

Die Zündungen waren so gleichmässig und sicher, dass sich auf diesem Princip ein Motor mit frei fliegendem Kolben mit einfachen Mitteln und Anordnungen leicht herstellen liess. Bei Verwendung von reinem Sauerstoff erfolgten die Zündungen schon bei einer geringeren Kolbenbelastung (ein Umstand, der für die Erklärung des Vorganges der Zündung von Gasen von Bedeutung ist).

Nach diesen Erfahrungen werden wir in denjenigen Fällen, in welchen brennbare Gasgemische adiabatisch auf 40—50 Atm. comprimirt werden, Zündungen zu erwarten haben.

Arbeitet man mit brennbaren Gasen unter hohem Druck, so wird man z. B. Zündungen des ausströmenden Gases erhalten, wenn dasselbe schnell in eine fast oder ganz verschlossene oder verstopfte Leitung, die vorher mit Luft erfüllt war, eindringt.

Das Gas tritt aus der Oeffnung unter dem hohen Druck zwar mit sehr niedriger Temperatur aus, erwärmt sich aber sofort durch die Transformation der gewonnenen lebendigen Kraft wieder auf nahezu die Temperatur, die es vor dem Austritt aus dem Raume hohen Druckes hatte.

Die nunmehr nachdringenden Gasmassen comprimiren die anfänglich in der betreffenden Rohrleitung enthaltenen Luftmassen und zuerst eingedrungenen Gasmengen. Bei einem einigermassen schnellen Verlauf dieses Processes erfolgt dann die Zündung mit grosser Sicherheit.

Sehr bemerkenswerth bei dieser Art der Zündung ist der Umstand, dass jedes Mischungsverhältniss entzündbar ist, während unter gewöhnlichen Verhältnissen dasselbe in mehr oder weniger engen Grenzen eingeschlossen ist. Dieser Vorgang ist so einfach, dass eine weitere Ausführung wohl nicht nothwendig ist.

Weniger naheliegend, weil schwer zu beobachten, ist die Erklärung folgendes Vorganges.

Es kann eine Zündung erfolgen, wenn ein leichtes Gas — z. B. Wasserstoff — aus einer plötzlich entstehenden Oeffnung unter hohem Druck frei in die Luft ausströmt.

Der Vorgang spielt sich in folgender Weise ab.

In dem Augenblick, in welchem die Oeffnung entsteht, werden die derselben zunächst liegenden Luftmassen auf den Druck, welchen das Gas beim Passiren der Oeffnung hat, comprimirt. Wegen des hohen specifischen Gewichtes der Luft können die Luftmassen nicht so schnell ausweichen, als das leichte Gas durch die Oeffnung dringen würde.

[1]) Für Benzindämpfe; für Wasserstoff 41 kg.

Die grösste Geschwindigkeit, mit welcher die Luftmassen ausweichen können, ist die diesen Verhältnissen entsprechende Schallgeschwindigkeit.

Bei einer Compression auf 50 Atm. steigt die Temperatur auf etwa 550°. Die dieser Temperatur entsprechende Schallgeschwindigkeit ist aber nur etwa 540 m in der Secunde (gegenüber 330 unter normalen Verhältnissen).

Wir brauchen hier auf die Druckvertheilung in einer kugelförmig sich ausbreitenden Schallwelle nicht näher einzugehen, da die sich abspielenden Vorgänge nur den allerersten Beginn der Entwicklung solcher Wellen zu umfassen brauchen[1]).

Mit dieser Geschwindigkeit von 5—600 m in der Secunde kann das Gas Anfangs aus der Oeffnung nur ausströmen. Dies bedingt namentlich für Wasserstoff eine nur sehr geringe Druckdifferenz beiderseits der Oeffnung.

An der Grenzfläche zwischen Gas und Luft wird diese Letztere also bei dem erforderlichen Druck mit Sicherheit auf die Zündungstemperatur erwärmt. Die nachdringenden Gasmassen werden also unter geeigneten Verhältnissen brennen.

Diese dynamische Compressionszündung kann hiernach überall dort eintreten, wo ein Compressionsgefäss oder eine Rohrleitung, welche namentlich Wasserstoff unter einem Druck von mehr als 50 Atm. enthält, platzt oder in anderer Weise defect wird.

Diese Ausführungen dürften von Wichtigkeit sein bei der Disposition der mit Wasserstoffgefässen verbundenen Verschlüsse und Leitungen.

Bartsch v. Siegsfeld.

Literarische Besprechungen.

Andrée, Au pôle Nord en Ballon. Par Henri Lachambre et Alexis Machuron. Orné de cinquante Illustrations d'après des Photographies. Librairie Nilson, Lamm Successeur; 338, rue Saint-Honoré, Paris.

Die Andrée-Litteratur hat ihren Anfang genommen. Das vorliegende ziemlich umfangreiche Buch ist das erste grössere Werk, das seit jenem so denkwürdigen 11. Juli 1897 erschienen ist. Jene heroische That, welche an diesem Tage begonnen wurde, wird ohne Rücksicht auf das Resultat immerfort einen grossen Werth haben, da drei unerschrockene Männer zur Forschungsreise von so weitgehender Bedeutung ihr Leben gewagt und in den Dienst ihres Vaterlandes gestellt, allerdings mit allem ausgerüstet, was die Wissenschaft und die praktische Erfahrung an die Hand gab, um die zahlreichen, unbekannten und unberecheubaren Hindernisse zu beseitigen.

Das Buch wurde von Lachambre verfasst, dem Constructeur des Andrée'schen Ballons, es enthält daher zunächst die Beschreibung des Materials und lässt die Rechtfertigung durchblicken, dass wirklich das beste Material, was zu bekommen, verwendet wurde und die Construction und Confection ein wahres Wunderwerk moderner Ballontechnik zu nennen sei. Dann stellt das Buch jenen verunglückten Versuch vom Jahre 1896 historisch dar, der aber durchaus nicht verloren war für die zweite Expedition 1897, welche mit der Auffahrt und der Reise gegen den unwirthlichen Norden endigte.

Selbstverständlich enthalte ich mich der Kritik jeder einzelnen Handlung, da meine Darstellung nur den Inhalt des Buches flüchtig skizziren soll.

---

[1]) Die Druckvertheilung in einer Kugelwelle hat sich bis jetzt weder theoretisch noch experimentell in ausreichender Weise bestimmen lassen.
Vergl. F. Ferkel, Lord Rayleigh Theory of sounds.

Nach einer kurzen Einleitung über die Beschaffung der Mittel zur Andrée'schen Polarexpedition folgt die Beschreibung des Ballons.

Hülle. Die beste Ponghéeseide wurde verwendet. Die Reissproben ergaben folgende Resultate pro Meter: doppelter Stoff 2400 bis 2600 kg Festigkeit, dreifache Stofflagen 3200 bis 5500 kg, vierfache Stofflagen 6000 bis 7200 kg.

Andrée verlangte ein Minimum von 1000 kg Zufestigkeit pro m. Lachambre hat daher diese Anforderung weit übertroffen.

Die oberste Calotte mit einem Durchmesser von 6 m wurde aus 24 Streifen von vierfachen Stofflagen gebildet, dann folgten dreifache Stofflagen bis 4 m unter dem Aequator, und zwar aus 41 Zonen, jede mit 48 Streifen (Bahnen). Der Rest der Kugel bis zum untersten Parallelkreis mit einem Diameter von 7 m bestand aus doppeltem Stoff: 22 Zonen und 48 Streifen; endlich die unterste Partie, den Appendix inbegriffen, setzte sich aus 5 Zonen mit 48 Streifen und 3 Zonen mit 24 Streifen aus dreifachen Stofflagen zusammen.

Der ganze Ballon hatte daher bei einem Inhalte von 4500 m³ 72 Zonen mit 3360 Streifen.

Die einzelnen Ränder dieser Streifen wurden so übereinander gekittet, wobei der von Lachambre erfundene Klebstoff in Verwendung kam, dass sie sich 16 mm übergriffen. Drei Nähte wurden zur weitern Befestigung angebracht und über dieselben ein 40 mm breites Seidenband aufgekittet (ähnlich wie bei unseren gummirten Ballons). Dieses letztere hatte den doppelten Vortheil, dass erstens die Nadelstiche vollkommen abgedichtet und zweitens, dass die Widerstandskraft bedeutend erhöht wurde.

Bei der Confectionirung wurden zwei Halbkugeln anfänglich vollendet, einmal lackirt und erst dann am Aequator zusammengenäht. Die Hülle wurde schliesslich noch zweimal mit dem bis jetzt am besten qualificirten Arnoul-Lack überzogen.

Die fertige Hülle hatte ein Gewicht von 960 kg.

Netz. Dasselbe bestand aus 384 Stricken (d = 5·5 mm), welche 65 m lang waren. Ihre Widerstandskraft war einzeln 360 kg. Jedes Stück war ohne Spleissung und lief oben zusammen zu einem Abschlussring, dessen Durchmesser 69 cm betrug. Dieses Abschlussseil hatte für sich eine Stärke von 60 mm.

Die einzelnen Netzmaschen hatten keine Knoten, sondern waren bei den Kreuzungsstellen ineinandergeflochten und mit Bindefäden versichert. (Aehnlich war das Netz des Ballon Captiv von Giffard 1878). In einem Umkreise befanden sich 192 Maschen, welche natürlich verschiedene Dimensionen hatten.

Im Ganzen waren 19000 Maschen. An diese Maschen schlossen sich drei Gattungen Gänsefüsse an; den Abschluss des Netzes bildeten 48 Auslaufstricke (d = 18 mm), deren Enden Holzknebel trugen. Das Netz mit Vaselin imprägnirt wog 442 kg.

Am Aequator des Netzes waren 8 Sturmstricke angebracht.

Ballonhemd. Am Kopf des Ballons über dem Netze war ein ähnlich wie die Hülle construirtes Hemd mit einer Oberfläche von 145 m² aufgesetzt. Gewicht desselben 40 kg.

Ventil. Am Kopfe hatte der Ballon kein Ventil, aber in der Höhe des Aequators befanden sich zwei diametral angebrachte Manövrir-Ventile, welche Andrée selbst zusammengestellt hatte. (Tellerventile mit einem Durchmesser von 25 cm.) Auch im Appendix war ein automatisches Tellerventil (d = 100 cm).

Eine 4·5 m lange, 4 m breite Zerreiss-Vorrichtung war zwischen den beiden Ventilen angebracht, welche ein kleines Dreieck mit der Spitze nach oben, um leichter anreissen zu können, aufgesetzt erhielt. Der Rand der Reissbahn war mit einem Rahmen aus hartem Holz abgeschlossen und verkittet. Die (rothe)

Reissleine ging nicht durch den Appendix, der ja mit einem Teller abgeschlossen war, in welchem zwei Glasfenster eingesetzt waren, sondern führte nebenbei durch eine Oeffnung mit einer Röhre (etwa wie seinerzeit beim Ballon Humboldt und Phönix) bis in den Korb. Zum Reissen war eine Zugkraft von 150 kg nothwendig, daher war am Ende der Reissleine ein kleiner Anker befestigt, der im entscheidenden Moment geworfen werden musste.

Der Ballon hatte doppelte Regenstreifen. Zwischen dem unteren Regenstreifen und dem Appendix befindet sich die innere Luftblase, die mit dem Appendix und dem Manövrirventil sehr sinnreich verbunden war.

Korb. Derselbe hatte die Form eines Cylinders mit einem Durchmesser von 2 m und einer Länge von 5 m. Die Rippen sind aus Kastanienholz und mit wasserdichten Stoffen abgeschlossen.

Sechs Hanfseile, deren Durchmesser 30 mm ist, halten diese Gondel auf dem sechsseitigen doppelten Tragring, der auch einen Mast für das Segel erhielt.

Es folgt nun eine detaillirte Beschreibung des 200 kg schweren Korbes und der ganzen Einrichtung desselben, sowie die Beschreibung des Segels und der Functionirung desselben.

Schliesslich wurde Alles bis zum kleinsten Detail mit dem Stempel „Andrée's Polarexpedition 1896“ versehen.

Als der Ballon in Paris fertig gestellt, war grosse Ausstellung auf dem Champ de Mars, welche auch Präsident Faure mit seinem Besuche beehrte.

So kam das Jahr 1896. Das Material wurde nach Gothenburg abgeliefert und auf das Kriegsschiff Virgo gebracht. Im Mai gings nordwärts zur Recognoscirung. Am 21. Juni wurde die Dänen-Insel bei Spitzbergen als die günstigst gelegene bezeichnet. Man begann mit der Ausschiffung, baute die Ballonhalle, welche schon in Gothenburg gezimmert worden und nur mehr zusammengesetzt werden musste. Die Gas-Apparate wurden activirt. 15.000 kg Eisen und 25.000 kg Schwefelsäure wurden am Lande deponirt. Es wurde die Füllung begonnen und in acht Tagen vollendet, es kamen zwar eine Menge Touristen — aber kein Südwind. Am 17. August 1896 entschliesst sich endlich Andrée für dieses Jahr die Fahrt aufzugeben. Die Ventile werden gelüftet und die so mühsam erzeugten 4500 m³ Hydrogen verflüchtigen sich in wenigen Minuten. Am 20. August geht alles wieder nach Süden. — Der Ballon kommt wieder in seine alte Werkstätte, Lachambre setzt am Aequator einen neuen Streifen ein und so fasst der Ballon jetzt 5000 m³. Am 18. Mai 1897 geht von Gothenburg die neue Expedition auf dem Kriegsschiff „Svensksund“ wieder gegen Spitzbergen.

Der Hangar (der Schuppen), hat stark gelitten: während der Ueberwinterung ist er windschief geworden. Von neuem beginnt die Arbeit. Meteorologische Beobachtungen werden gemacht, kleine Jagden vorgenommen.

Machuron — der Ingenieur Lachambre's —, der die 2. Expedition begleitet, lernt Skilaufen, macht Schlingen und fängt Füchse.

Zwei Wochen sind so verflossen und noch immer kein günstiger Wind in Aussicht. Am 16. Juni wid der Ballon ventilirt und nachgefirnisst. Am 19. Juni beginnt die Wasserstofffüllung. Täglich 1200 m³ Gas werden mit dem in Stockholm construirten Gasapparat erzeugt. Am 22. Juni ist alles fertig. Um undichte Stellen am Ballon zu finden, wird successive ein Stoff-Streifen mit schwefelsaurem Blei durchtränkt auf die Hülle aufgebreitet. Wo Gas austritt, wird innerhalb 1 Minute der aufgelegte Stoff schwarz. So wurden alle Fehler gefunden und verkittet. Täglicher Gasverlust 30 m³. Die 900 kg schwere dreifache Schleifleine wird vorbereitet. 36 Säcke mit 750 kg Lebensmittel auf 4 Monate werden in und an der Gondel verpackt. Lächelnd frägt Herr Machuron Herrn Andrée: „und dann“?

„Ja dann“, antwortet letzterer auf sein Gewehr weisend, „sind hier concentrirte Lebensmittel“.

Zwölf Stricke tragen die Schlitten, die Schneeschuhe und ein 5 m langes herrliches Boot.

Dreizehn Boyen, um dem Meere Nachrichten anzuvertrauen, wenn die 36 mitgeführten Brieftauben versagen sollten, werden an die Gondel gehängt.

Am 1. Juli wird der Ballon ausgewogen: 30—35 Tage kann er die Last tragen, wird die Gondel geopfert, noch weitere 20 Tage.

Am 11. Juli endlich . . . . .

Noch stehen die zurück gebliebenen Freunde, klopfenden Herzens, Thränen in den Augen, zitternd vor Aufregung am Strande und blicken unverwandt gegen Norden, wohin drei muthige Männer voll Hoffnung und Zuversicht die Reise, so unbestimmt und so voll Gefahren, angetreten.

In den knappsten Zügen habe ich den Inhalt des Buches skizzirt, mir hat das Lesen desselben eine grosse Freude bereitet. Es enthält sehr viel wünschenswerthe Daten über Ballonbauten und kann nicht allein allen Kameraden und Fachleuten empfohlen werden, sondern auch in der Bibliothek des Laien wird es Platz finden und dem Leser angenehme Stunden bereiten. —

Hinterstoisser, Oberlieutenant.

Vereinsnachrichten.

Protokoll der Plenarversammlung des Wiener Flugtechnischen Vereines am 16. November 1897.

Der Vorsitzende, Obmann, Herr Bau-Rath Friedr. R. v. Stach, begrüsst die Versammlung um 7h20' und theilt mit:

1. Todesfall des um die Flugtechnik hochverdienten Vereins Mitgliedes Albert Miller R. v. Hauenfels, k. k. Berg-Academie-Prof. i. R., gestorben zu Graz am 5. November 1897 im 80. Lebensjahre.

2. Dass Herr Hauptmann Trieb sein Mandat als Vice-Präsident des Wiener Flugtechnischen Vereins wegen Domicils-Wechsel niedergelegt, jedoch Mitglied des Vereines bleibt. Der Vorsitzende appellirt an die Versammlung zwecks Ausdruckes des Bedauerns ob des Rücktrittes, und des Dankes für die vielfachen im Vereinsinteresse aufgewendeten Bemühungen desselben, dem einhellig zugestimmt wird.

3. Erscheinen einer neuen aëronautischen Zeitschrift unter der Aegide des „Oberrheinischen Vereins für Luftschiffahrt“, mit dem Titel: „Illustrirte aëronautische Mittheilungen“, deren Bezug der Wiener Verein empfiehlt und für Vereins-Mitglieder gegen anticipative jährliche 3 fl. vermittelt.

Sodann erhält Herr Oberlieutenant Franz Hinterstoisser das Wort zu dem angekündigten Vortrage:

„Mittheilungen über aëronautische Tagesberichte im Jahre 1897.“

Der Vortragende betont vor Allem, nicht etwa Neues bieten zu können, sondern nur die hauptsächlichsten, sich vielfach wiederholenden Zeitungsnachrichten kurz Revue passiren lassen zu wollen.

An der Hand von durch das Unternehmen „Observer“ bezogenen Zeitungs-Ausschnitten, die Herr Oberlieutenant Hinterstoisser sorgfältig durchstudirt hatte, bot derselbe nun eine recht interessante gruppenweise Uebersicht der wichtigsten aëronautischen Ereignisse des verflossenen Sommers.

Als erste Gruppe den gewöhnlichen Kunstflug nehmend, erwähnte der Vortragende der Experimente des Dr. K. J. Danilewski in Charkow, der binnen 2 Stunden circa 80 mal thatsächlich aufgestiegen sein soll; dann des Amerikaners Whitehead's: „Condor Gus“ mit 2 Flügelpaaren.

Auf dynamisch-aviatischem Gebiele hebt Redner die grosse Anerkennung hervor, die in den Zeitungen unserem Ausschuss-Mitgliede Herrn Kress gewidmet wurde, zufolge dessen in Strassburg abgehaltenen, vom dortigen Vereine veranlassten Vortrages, dem nebst vielen anderen Notabilitäten, der Statthalter von Elsass-Lothringen, Fürst Hohenlohe, unter Bekundung regsten Interesses anwohnte.

Von Drachen-Experimenten, die vielfach durchgeführt und beschrieben wurden, kann Herr Oberlieutenant Hinterstoisser als die wichtigsten jene mit Hargrave-Drachen bezeichnen, die, zumeist in Amerika cultivirt, am Blue Hill Observatorium bei Bosten, die grösste bis nun mit Drachen erreichte Höhe von 3054 m am 19. September ergaben, und zwar bei Anwendung eines siebenfachen Tandem-Hargrave, bei insgesammt circa 20 m² Fläche und 6 km Drath, unter ansehnlicher Belastung mit meteorologischen, selbstregistrirenden Instrumenten.

Der Vortragende schildert sodann die ihn intensiv berührende grosse Gruppe der Ballontechnik, welche den Zeitungen vielen Stoff bot; so in erster Reihe die von Ballon zu Ballon angestellten Versuche mit Telegraphie ohne Drath, deren Princip er unter Beihilfe von Kreidezeichnungen recht anschaulich darlegte; sodann bespricht Redner die sogenannte „Ballon-Bahn“, welche auf den Höhenstrassen bereits concessionirt sein soll; die verunglückten, angeblich lenkbar gewesenen Ballons von Dr. Wölfert, bezw. den Aluminiumballon von Dav. Schwarz; die bisher weiteste Fern- und Dauerfahrt, jene Godard's am 19. October mit dem Leipziger Ausstellungsballon „Aug. Polich“, die sich auf 1635 km resp. 25 Stunden erstreckte; ferner einige Erörterungen über die Wirkung der Luftverdünnung in grossen Höhen und die Gegenanwendung von Sauerstoff; endlich das bedeutsamste Ereigniss: die Nordpohlfahrt Andrée's. Redner schliesst unter Citation Moedebeck's:

> „Andrée's Fahrt ist von den besten Wünschen und den schlimmsten Befürchtungen aller Gebildeten begleitet worden, als der Kühne mit seinen Gefährten am 11. Juli so todesmuthig von der Welt Abschied nahm: „Grüsst mir mein Vaterland Schweden!““

Der Obmann dankt unter allgemeinem Beifalle der Versammelten dem Redner für seine instructiven Darlegungen.

Es verlangt Niemand das Wort zum Gegenstande; sohin Schluss der Sitzung um $8^{h\,30}$.

gez.: R. v. Stach, Obmann. gez.: Wähner, Schriftführer.

Protokoll der Plenarversammlung des Wiener Flugtechnischen Vereines am 7. Dezember 1898.

Vorsitzender: Herr Baurath Friedr. R. v. Stach, Schriftführer: Wähner.

Der Vorsitzende eröffnet um $7^{h\,15}$ die Versammlung, berichtet, dass Herr Ober-Inspector Ritter sich wieder bereit erklärt habe, Vorträge zu halten, und von Herrn Hauptmann Moedebeck Prospecte der neuen Strassburger Zeitschrift zur Vertheilung eingelangt sind.

Nachdem Niemand einen Antrag stellt, bittet der Obmann den Vice-Präsidenten, Herrn Friedr. Ritter v. Lössl, den angekündigten Vortrag über neue Experimente mit seitwärts gleitenden Flächen zu halten. Der Vortragende führt nun in lichtvoller Weise aus, wie seine mühsamen, subtilen

und kostspieligen neuen Versuche, die Ergebnisse des Vorjahres bestätigten, speciell wie Kreis- oder Ring-Segmente bei entsprechender Rotation, ohne Schrägstellung, den gleichen Widerstand wie die volle Kreisfläche, die volle Ringfläche ergeben. Er deducirt daraus, dass die Breite einer Fläche einen speciellen und wichtigen Factor in den Formeln zur Berechnung des Luftwiderstandes bilden müsse. Daran knüpfen sich eingehende Debatten pro und contra, seitens der Herren Professor Wellner, Popper und Kress, abwechselnd mit Herrn v. Lössl, der nochmals das Wort ergreift.

Lebhafter Applaus lohnt die äusserst interessanten und lehrreichen Darlegungen der für die Dynamo-Aviatik höchst wichtigen Untersuchungen des Redners.

Der Vorsitzende spricht diesem den allseitigen, besten Dank für seine ausserordentlichen Forschungen aus, und schliesst, nachdem sich Niemand mehr zum Worte meldet, um 9h die Sitzung.

gez.: R. v. Stach, Obmann. gez.: Wähner, Schriftführer.

Ein neuer Flugtechnischer Verein ist in Hamburg begründet worden unter dem Namen: **Internationaler Verein „Dädalos" zur praktischen Förderung der Flugtechnik.** Am 12. Januar versammelten sich in Moser's Hotel am Rathhausmarkt eine Anzahl geladener Herren, unter denen sich auch Professor Dr. W. Köppen von der deutschen Seewarte, Consul Scheil und Baron von Tucholka befanden, um einen flugtechnischen Verein in Hamburg zu begründen. Nachdem Herr Ingenieur Arthur Stentzel, welcher eine Maschinenfabrik in Hamburg besitzt, und von dem sowohl die Anregung zur Sache ausgegangen, als auch das Arrangement derselben getroffen worden war, einige einleitende Worte gesprochen, legte er einen Statuten-Entwurf für den zu begründenden Verein vor. Darnach ist der Zweck des „Dädalos" die praktische Förderung und die Lösung des Flugproblems, der Bau und die stetige Vervollkommnung von Flugapparaten, speciell nach dynamischem Princip. Als Ziele des „Dädalos" werden angestrebt: Die Verbreitung und das Erwecken des Interesses an der Flugtechnik, ferner öffentliche Vorträge und Vorführungen, fachtechnische Auskunftertheilung und für später die Herausgabe einer eigenen Zeitschrift, die Veranstaltung von Wettbewerben u. s. w. Es entspann sich eine längere Debatte, in der u. A. Herr Prof. Köppen sich darüber äusserte, in welcher Weise die Angelegenheit weiter geführt werden solle und was für Schritte zu unternehmen seien, um den Verein möglichst lebensfähig zu gestalten. Die nächsten Punkte der Tagesordnung betrafen die Constituirung des Vereins und die Aufnahme der Mitglieder. Die unter den Anwesenden hierbei circulirende Mitglieder-Liste wies im Ganzen 14 Zeichnungen auf, sodass der Verein mit den bereits vorhandenen sechs auswärtigen Mitgliedern, unter denen sich Herr Hauptmann Moedebeck in Strassburg, der Begründer des dortigen aëronautischen Vereins, Herr Lieutenant Vialardi Evaristo in Mailand, der Begründer der Società Aëronautica Italiana, und Herr Prof. Dr. Neumann-Wender in Czernowitz (Oesterreich) befinden, im Ganzen einen Anfangs-Mitgliederbestand von 20 Herren zählt. Zum provisorischen Vorsitzenden wurde Herr Stentzel gewählt und als nächster Versammlungstag bereits der 22. Januar in Aussicht genommen.

Wir begrüssen den neuen Verein auf das Herzlichste und hoffen bald Weiteres über dessen Arbeiten berichten zu können. D. Red.



Ueber den Einfluss von verticalen Luftbewegungen auf das Verhalten des freien Ballons.

Von H. Bartsch v. Siegsfeld,
Premier-Lieutenant in der Luftschiffer-Abtheilung.

Durch verticale Luftströmungen wird auf den Ballon ein Druck ausgeübt, dessen Betrag der gleiche ist, wie bei entsprechenden Geschwindigkeiten des — horizontalen — Windes. Die Kraft wirkt natürlich vertical aufwärts oder abwärts, je nachdem man es mit aufwärts oder abwärts gerichteten Luftbewegungen zu thun hat.

Die Wirkung dieser Kraft ist nun wesentlich verschieden, je nachdem man es mit einem Steigen oder Fallen, besser gesagt Niederdrücken des Ballons zu thun hat.

Im ersten Falle hat man dieselben Vorgänge, als wenn eine dem verticalen Winddrucke entsprechende Menge Ballast geworfen wäre. Der Ballon überschreitet seine Gleichgewichtslage und verliert hierbei Gas.

Um die verschiedenen Grössen bequem übersehen zu können, sind folgende Tafeln entworfen worden[1]).

1. Winddrucke von 1—6 m für verschiedene Ballongrössen.
2. Steighöhen von Ballons verschiedener Grösse.

Einrichtung der Tafeln.

Tafel 1. Die Abscissen sind getheilt proportional den Oberflächen des Ballons. In die Theilung der Abscissen sind die Volumina der Ballons nicht äquidistant eingeordnet und auf der Tafel als verticale blaue Linien zu verfolgen. Die Ordinaten geben die Winddrucke in kg, die nach dem Ordinaten-Anfangspunkt zusammenlaufenden schwarzen Linien entsprechen den Windgeschwindigkeiten und vermitteln die Beziehungen zwischen Volumen resp. Oberfläche des Ballons und Winddruck. Will man z. B. den Winddruck für einen Ballon von 1000 cbm und 5 m Windgeschwindigkeit ermitteln, so verfolgt man die 1000 cbm-Linie blau bis zur schwarzen Windgeschwindigkeits-Linie 5, geht von diesem Schnittpunkt horizontal bis zur Theilung der Ordinaten und liesst dort 100 kg Druck ab.

Tafel 2 stellt die verticalen Bewegungen von Wasserstoff-Ballons dar; ausgenommen Temperatur-Aenderungen das Gases. Die Abscissen sind nach den Inhalten der Ballons getheilt, die Ordinaten nach den baro-

[1]) In Folge eines missliebigen Versehens können die zu vorstehendem Artikel gehörigen Tafeln erst mit dem folgenden Hefte zusammen erscheinen; ein Zurückziehen des Artikels selber aus dem ohnehin sehr verspäteten Hefte war nicht mehr ausführbar. Die Leser werden gebeten, das bedauerliche Vorkommniss gütigst zu entschuldigen. Die Redaction.

metrischen Drucken. In diese letztere Theilung sind die Höhen nicht äquidistant eingeordnet. Obwohl die Eintheilung der Ordinaten proportional den Höhen für den einzelnen Fall eine elegantere Benutzung der Tafel gestattet hätte, so ist doch die vorliegende Einrichtung für einen allgemeinen Gebrauch dadurch vortheilhaft, dass man für ein in der Tafel nicht verzeichnetes Ballonvolumen durch eine gerade Linie die charakteristische Curve nachtragen kann. Das Princip für die Einrichtung dieser Tafel ist einer Abhandlung von Capitän Barthés entnommen aus der „Revue de l'Aéronautique", Jahrgang 1892.

Die für die verschiedenen Ballonvolumina charakteristischen Linien laufen nach demjenigen Punkte zusammen, welcher dem barometrischen Drucke 0 entspricht. Für ein und dieselbe Linie sind die Abscissen daher proportional den entsprechenden barometrischen Drucken. Wir können durch diese Linie also bei entsprechender Eintheilung sowohl das Gewicht der vom Ballon in den verschiedenen Höhen verdrängten Luftmassen ausdrücken, als auch deren Differenz — den jeweiligen Auftrieb des den Ballon erfüllenden Gases —, für alle Fälle gleiche Temperatur vorausgesetzt. Die Eintheilung der Tafel bezieht sich auf den Auftrieb der Gasmasse.

Der Auftrieb der Gasmasse muss für den Fall, dass der Ballon im Gleichgewicht ist, gleich dem toten Gewichte, das heisst dem Gewichte des Ballons, Netzes, Korbes, der Insassen und des Ballastes zusammengenommen. Wird dieses Letztere nun um einen bestimmten Betrag vermindert, so wird der Ballon so lange steigen, bis der Auftrieb der Gasmasse dem neuen toten Gewichte gleich ist.

Aus diesem Grunde kann man in der Tafel die gesuchte Höhe sehr einfach dadurch finden, dass man von der anfänglich gegebenen Höhenlage des Ballons ausgehend horizontal nach rechts in mm geht, so viel mal 10 kg die Gewichts-Erleichterung des Ballons betrug. Sind z. B. 30 kg Ballast geworfen worden, so hat man um 3 mm nach rechts zu gehen. Von diesem Punkte aus verfolgt man eine Verticale bis zum Schnitt mit der für den Ballon charakteristischen Linie; die erreichte Höhe liest man an der Theilung rechts ab.

Für eine genauere Bestimmung der Höhe ist in der Tafel noch eine Uebergangs-Curve gezeichnet, roth, deren Grundtheilung am oberen Rande der Zeichnung proportional der Quadrirung der Tafel angegeben ist. Will man von irgend einem Punkte, dessen Höhen-Eintheilung in den Ordinaten nicht direct gegeben ist, diese ermitteln, so geht man von diesem Punkte horizontal bis zum Schnitt mit der Uebergangs-Curve, von hier aus vertical bis zur Theilung am oberen Rande der Tafel, um dort die Höhe correct ablesen zu können.

Tafel 3 hat dieselbe Einrichtung wie Tafel 2, nur ist dieselbe für Leuchtgas-Füllung vom specifischen Gewicht von 0,45 eingerichtet.

Ursache, Häufigkeit der Vertical-Bewegungen.

Diese Bewegungsform der Luft ist eine ganz ausserordentlich häufig vorkommende. Sie vermittelt in erster Reihe und fast ausschliesslich den Wärme-Austausch zwischen den unteren und oberen Luftschichten. Da im Allgemeinen unter dem Einfluss der Sonnenstrahlung die unteren Luftschichten vornehmlich am Boden sich wesentlich schneller erwärmen als die oberen, so werden erstere hierdurch zum Aufsteigen veranlasst. Es herrscht nun die allergrösste Manigfaltigkeit sowohl was die Grösse der Luftcomplexe betrifft, als was die Höhe anlangt bis zu welcher sie aufsteigen, als auch hinsichtlich ihrer Geschwindigkeit. Diese Bewegungsarten variiren von den kleinsten kaum wahrnehmbaren flimmernden Luftströmchen, welche sich kaum über den Boden erheben bis zu den gewaltigen Vertical-Bewegungen in grossen Gewitterwolken, die sich bis zu 10000 m Höhe erheben. Die unter diesen Verhältnissen auftretende verticale Geschwindigkeit der Luft muss mitunter sehr erhebliche Beträge erreichen, wie man aus den oft erstaunlich schnell aufschiessenden Wolkenthürmen entnehmen kann. Zuverlässige Messungen von Ballonfahrten liegen vorläufig nicht vor. Die grösste Vertical-Geschwindigkeit, welche mit kleinen Pilotballons von mir unter einer verhältnissmässig kleinen Cumuluswolke bestimmt wurde, betrug 3 m in der Secunde. An Berghängen zeigt der Augenschein nach Beobachtungen der aufziehenden Nebel sehr häufig starke verticale Bewegungen. Der grösste Betrag von absteigenden Luftströmungen wurde durch vollständiges Niederdrücken eines Fesselballons von 120 cbm bei schlaffem Seil und ca. 60 kg Auftrieb festgestellt. Es entspricht dies einer verticalen Geschwindigkeit von über 7 m in der Secunde. Die Bewölkung war hierbei ziemlich stark und zwar fast ausschliesslich aus grösseren isolirten Cumulus-Massen bestehend, mit verhältnissmässig kleinen unbewölkten Zwischenräumen. Das über diesen Punkt vorliegende Material an Beobachtungen ist äusserst mangelhaft und eine Vervollständigung desselben sehr wünschenswerth. Wie dem auch sei, fest steht, dass Verticalbewegungen der verschiedensten Art häufig vorkommen.

Erhebliche Beträge können immer nur erreicht werden, wenn ein annähernd indifferenter oder labiler Zustand der Atmosphäre vorliegt, das heisst, wenn die Temperatur-Abnahme mit der Höhe annähernd oder mehr als ein Grad beträgt pro 100 m.

Ist dies der Fall, so können durch geringfügige Veranlassungen beträchtliche Verticalbewegungen eingeleitet werden. Im andern Falle wird dem ev. Aufsteigen von Luftmassen durch die relativ hohe Temperatur, welche dieselben bei ihrem Aufsteigen in den umgebenden Luftmassen antreffen, sehr bald ein Ziel gesetzt. Dieser Umstand bietet bei Ballon-Fahrten meist von vorn herein die Möglichkeit zu beurtheilen, ob stärkere Vertical-Bewegungen vorkommen können oder nicht.

Die Wirkungen der Luftbewegungen auf Ballons lassen sich am besten an Beispielen verfolgen.

Es soll ein Leuchtgas-Ballon von 1000 cbm in einer Höhe von 1000 m einen vertical nach oben gerichteten Luftstrom von 3 m antreffen; derselbe übt auf den Ballon einen Druck von ca. 33 kg aus. Der Ballon wird also derart beeinflusst, als ob das tote Gewicht um 33 kg abgenommen hätte. Aus der Tafel können wir sofort entnehmen, dass er hierdurch auf 1350 m gehoben wird, wo er dann durch Verminderung des Gewichtes an verdrängter Luft u. s. w. der aufwärts gerichteten Kraft des Winddruckes das Gleichgewicht hält. Würde die aufwärts gerichtete Windgeschwindigkeit 6 m betragen haben, so würde der Winddruck auf 130 kg sich belaufen und der Ballon würde bis zu einer Höhe von 2500 m gerissen werden.

Hört nun diese verticale Bewegung der Luft auf, so macht sich das Manco an Auftrieb in der Weise geltend, dass der Ballon in ein entsprechend schnelles Fallen kommt und hieran nur durch eine entsprechende Ballast-Ausgabe verhindert werden kann, falls nicht eine Temperatur-Steigerung im Ballon durch vermehrte Sonnenstrahlung, was beim Durchdringen von Wolken stattfinden kann, die Tragfähigkeit des Ballons erhöht. Diese Complicationen sollen hier aber nicht weiter verfolgt werden.

Jedenfalls ist ersichtlich, dass Einflüsse dieser Art ganz ausserordentlich stark auf den Ballast-Verbrauch einwirken können. Man kann sich denselben auch nur schwer entziehen. So lange die Natur und Eigenart dieser Bewegungen noch so wenig erkannt ist, lässt sich auch nicht ohne Weiteres sagen, ob man durch Ventilziehen sich von vorn herein denselben entziehen soll oder nicht, sofern es auf eine möglichste Oekonomie im Ballast-Verbrauch ankommt. Es ist wohl anzunehmen, dass die Intensität dieser Luftströmungen sowohl in der Nähe des Bodens als auch in der Nähe ihrer oberen Grenzen (im Allgemeinen also in der grössten Höhe eines Cumulusgebildes) am geringsten ist, am stärksten dagegen im mittleren Verlauf derselben. Will man unter den Wolken bleiben, so wird man wohl gut thun, sich gleich definitiv durch Ventilziehen von dem Einfluss dieser Bewegungen frei zu machen und das sehr bald darauf erforderliche Ballast-Opfer nicht scheuen, da man andernfalls, wenn der Ballon an die obere Grenze der Wolke gehoben wird, hier durch die meist erheblich vermehrte Sonnenstrahlung auch noch die hierbei eintretende Temperatur-Erhöhung des Gases und nachträgliche Abkühlung wieder mit vermehrter Ballast-Ausgabe bezahlen muss. Hat man dagegen die Absicht, die Region dieser Vorgänge überhaupt zu überschreiten, so sind alle solche in der Zwischenzone sich abspielenden Variationen in Höhe, Auftrieb und Temperatur des Ballons ohne wesentlichen Einfluss auf den in einer grösseren Höhe noch vorhandenen Ballast-Vorrath.

Wird der Ballon durch einen absteigenden Luftstrom niedergedrückt, so kommt es darauf an, ob man es riskiren will, den Ballon bis nahe an

den Boden fallen zu lassen. Ist man seiner Sache sicher, dass dies der wahre Grund für die Bewegung des Ballons ist, so wird hierin eine Gefahr für den Ballon im Allgemeinen nicht gefunden werden können, da die absteigende Bewegung wohl selten sich bis unmittelbar auf den Boden in ihrer vollen Intensität fortsetzen kann. Ein erheblicher Ballast-Verbrauch würde hierdurch nicht bedingt werden. Beim Nachlassen des Winddruckes würde der Ballon wieder auf seine alte Höhe steigen. Auch hierbei kommen indessen die Aenderungen der Temperatur im Ballon stark mit in Frage, da durch die Luftbewegung in den meisten Fällen wohl eine stärkere Abkühlung des Ballons hervorgerufen wird. In diesem Falle kostet ein solcher Vorgang dennoch Ballast, selbst wenn man den Ballon mit der Luftströmung herabführen lässt. Parirt man den Einfluss des Winddruckes durch Ballast-Auswurf, so steigt der Ballon hernach auf eine dem Ballast-Auswurf entsprechende Höhe. Ohne Beobachtung und Messung sowohl der Vertical-Bewegungen der Luft als auch der Temperatur im Ballon ist man nun nicht in der Lage, die verschiedenen Einflüsse zu trennen und danach gleich mit Sicherheit die zweckmässigsten Massregeln zu treffen. Es gilt dies namentlich für den indifferenten Zustand der Atmosphäre. Es kommen aber auch Vertical-Bewegungen bei stabilem Zustande der Atmosphäre vor und zwar in Folge von Wellen- und Wogenbildungen, welche namentlich dann eintreten, wenn die übereinander gelagerten Luftschichten verschiedene Geschwindigkeiten haben. Diese Luftwogen können Längen von vielen km und Oscillationen von vielen 100 m aufweisen, und sogar zu periodischen Wolkenbildungen in den Wellenkämmen oder Gipfeln Veranlassung geben. Diese Bewegungsart der Luft, auf die zuerst Helmholtz aufmerksam gemacht hat, erkennt man, nachdem man sie einmal aufmerksam beobachtet, sehr leicht wieder. Schwankungen dieser Art wird man den Ballon, wenn die Wogen nicht zu gross sind, unbedenklich mitmachen lassen können. Es wird sich also empfehlen, unter solchen Verhältnissen den Ballast-Auswurf nicht allein nach dem Barometer zu reguliren, sondern hierbei die Allgemeinen Verhältnisse der Atmosphäre mit wahrzunehmen.

Leider besitzen wir bis jetzt kein recht praktisches Verfahren, um diese Vorgänge in einfacher, sofort verwerthbarer Weise zu constatiren. Die Flügelrad-Anemometer mit Vertical-Achse müssen verhältnissmässig weit vom Korbe entfernt angebracht werden, damit man nur annähernd richtige Resultate erhält. Es gehört hierzu dann eine elektrische Zählung bezw. Registrirung der Anemometer-Angaben. Erst diese kann man mit den Angaben des Barometers vergleichen, um einen Schluss auf das Vorhandensein und die Stärke von Vertical-Bewegungen zu ziehen. Hierfür ist im Allgemeinen nicht ausreichend Zeit vorhanden.

Die Angaben eines leichten Wimpels (Verklicker) geben nur Andeutungen, ebenso ausgeworfene Papierschnitzeln und dergleichen. Die Angaben von Manometern zur Beobachtung des Winddruckes sind nicht

genau genug, es fehlt also in der That noch ein geeignetes einfaches Messungs-Verfahren für dieses für die Ballonführung unter Umständen sehr wichtige Element, welches bis jetzt noch wenig bekannt ist, und in seinem Einflusse auf den Ballon wohl allgemein unterschätzt wird.

Der Flug, insbesondere der Vogel- und Insectenflug[1].

Von Mentz, königl. Regierungs-Baumeister.

Wie fliegen Vögel und Insecten?

Da es nicht möglich ist, alle Flieger im Rahmen eines kurzen Aufsatzes zu behandeln, so geschehe dies an einer kleinen Zahl typisch gewählter Fliegerarten.

Betrachten wir dabei vor allem die Maasse und Gewichte der Flieger und zwar nicht nur die des ganzen Körpers, sondern auch die Gewichte der hier hauptsächlich in Frage kommenden Körpertheile, nämlich der „Flügel“.

Die nachstehende kleine Tabelle, die auf sorgsamen Messungen und Wägungen beruht, gibt wesentliche Resultate und zwar von kleinen, mittelgrossen und grossen Fliegern, die die Arten der Schwirrer, Schnellflieger und Dauerflieger repräsentiren, womit indessen nicht gesagt sein soll, dass hier sämmtliche Repräsentanten dieser verschiedenen Fliegerklassen aufgeführt wären: es liessen sich noch eine ganze Reihe von Vögeln u. s. w.

	Gesammtgewicht	Flügelgewicht (1 Flügel)	Flügellänge u. s. w. im ausgespannten Zustand	Schwanzlänge und Breite	Flügelfläche (2 Flügel)
	k	k			qm
Hausfliege	0,000022	0,00000275	. . . .	. . . .	0,000026
Sperling	0,028	0,0015		. . . .	0,008
Junge Taube	0,288	0,0175		. . . .	0,080
Ausgewachsene Taube .	0,600	0,0220		. . . .	0,070
„ Krähe .	0,525	0,0250		. . . .	0,112
Reiher	1,850	0,2500			0,350

---

[1]) Auf Wunsch des H. Verfassers bringen wir diese bereits in Dingler's Polytechnischem Journal erschienene Untersuchung gerne an dieser Stelle noch einmal, da sie ohne Zweifel das Interesse zahlreicher Leser der ZS. erregen wird.

Die Red.

aufzählen, leider haben mir keine Exemplare von frisch getödteten Falken, Störchen, Adlern, Schwalben u. s. w. zu Gebote gestanden. Für meinen Zweck reicht indessen die Tabelle aus.

Aus der Tabelle erhellt, dass anscheinend unbeschadet der Ausdauer und Kraft des Fluges mit der Grösse des Fliegers (d. h. hauptsächlich seinem Gewicht) die Flügelfläche relativ im Allgemeinen abnimmt; das Gewicht eines Sperlings ist z. B. im Gewicht eines Reihers etwa $\frac{1850}{28}$ $= 66$ mal enthalten; die 66fache Flügelfläche des Sperlings beträgt aber $66 . 0{,}008 = 0{,}528$ qm; der Reiher hat aber nur 0,352 qm Flügelfläche. Das Sperlingsgewicht ist im Taubengewicht (das hier aufgeführte ist das einer sehr kräftigen Taube) $\frac{600}{28} = 21{,}4$ (rund) mal enthalten; die 21fache Flügelfläche des Sperlings beträgt aber $21{,}4 . 0{,}008 = 0{,}1712$ qm; die Taube hat aber nur 0,070 qm. Bei der jungen Taube stellt sich das Verhältniss zum Sperling gleichartig (0,064 qm gegen 0,03 qm der Taube). Im Verhältniss zum Reiher hat die Taube allerdings eine relativ kleinere Flügelfläche wie dieser, dagegen ist die Flügelfläche der jungen Taube relativ grösser als die der älteren, ausgewachsenen; auch die Grösse der Krähenflügelfläche ist relativ grösser als die des Reihers. Das Gewicht der Sperlingsflügel ist relativ erheblich kleiner ($0{,}0015 . 66 = 0{,}099$ gegen 0,250 k des Reihers) als das des Reihers; dagegen hat der Sperling relativ schwerere Flügel als Taube und Krähe, Taube und Krähe dagegen relativ erheblich leichtere als der Reiher.

Es zeigt sich hier eine grosse Mannigfaltigkeit; der Luftwiderstand scheint etwas mehr als proportional mit der Grösse der Flächen zu wachsen, da ein Reiher gemächlicher fliegt als ein Sperling, namentlich nicht so oft und heftig mit den Flügeln zn schlagen braucht, wenn er auffliegen oder nach einiger Zeit des Dahingleitens ohne Flügelschlag neuen Impuls zum Weiterfliegen erlangen will.

Der Unterschied der Flügelform ist ein erheblicher; die Sperlingsvögel und die Taubenarten u. s. w. haben Flügel von fast dreieckiger Form, wobei die kurze Dreiecksseite sich am Körper befindet; Krähe, Schwalbe, Reiher u. s. w. haben lange, fast rechteckige Flügelformen, bei denen die längere kurze Rechtecksseite am Körper sitzt und der äussere zweite Theil des zweitheiligen Flügels eine angenähert dreieckige Form hat, bisweilen auch eine stumpf abgerundete.

Die Flieger, welche sehr schnell mit den Flügeln arbeiten müssen, um zu fliegen, bezeichne ich als Schwirrer; ihre Flugbahn ist meist eine wellenförmige; eine Anzahl Flügelschläge, rasch hinter einander ausgeführt, hebt den Vogel und treibt ihn vorwärts, der Vogel bewegt die Flügel dabei, wenn er sich nur heben und geradeaus fliegen will, so, dass die vollen Flügelflächen in ganzer Breite senkrecht auf und nieder schlagen. Die

Vorwärtsbewegung entsteht dadurch, dass die nach oben convexe Flügelfläche beim Aufwärtsschlagen eine nach vor, d. h. in der Flugrichtung wirksame Luftwiderstandsdruckcomponente erzeugt und dass beim Auf- und Abwärtsschlagen die nach dem Schwanz zu gerichteten Flügelfedern oder Ränder sich durch den Luftwiderstand mehr oder weniger elastisch nach oben umbiegen, namentlich die Federfahnen, so dass eine nach hinten gerichtete Druckcomponente entsteht, welche die Luft rückwärts, also den Vogel vorwärts schiebt. Dies lässt sich namentlich bei Krähen und Libellen oder Fliegen (wenn man letztere in die Hand nimmt und mit den Flügeln arbeiten lässt) beobachten; dazu kommt, dass die einzelnen Fliegerarten mehr oder weniger im Stande sind, ihre Flügel um ihre (Flügel-) Längsachse zu drehen nnd beide Wirkungen auf diese Weise erheblich zu verstärken: dies kann man alles auch genau beobachten, wenn man fliegende Vögel von der Seite oder von hinten her betrachtet.

Hat der Flieger durch kräftige Flügelarbeit die ihm vermöge seiner Muskelkraft und seines Querschnittprofils mögliche Beharrungsgeschwindigkeit erreicht, über die er nicht hinaus kann, so kann er längere Zeit ohne Flügelschlag gleiten, weil die Resultante aus der Fallarbeit und der lebendigen Arbeitskraft der Vorwärtsbewegung überwiegend wagerecht ist; sobald die Luftwiderstandsarbeit die durch die Flügelschläge erlangte Gewalt der Vorwärtsbewegung allmählich aufgezehrt hat (was bei den Schwirrern sehr schnell geschieht, die deshalb nur kurze Strecken gleiten können, ohne mit den Flügeln zu schlagen), fängt der Vogel an zu sinken und muss durch erneute Flügelarbeit den früheren Zustand wiederherstellen, wenn er weiterfliegen will; will er sich setzen, so lässt er sich mit ausgebreiteten Schwingen und Schwanz sinken, in der Nähe des von ihm gewählten Ruhepunktes legt er die bis dahin (d. h. beim Sinken) ausgespreizten Schwanzfedern zusammen, wodurch, weil der Schwerpunkt des Körpers nicht in der Flügelachse, sondern mehr nach dem Schwanz zu liegt, die drachenartige Wirkung der Schwanzfläche aufhört, der Körper in eine solche Lage kommt, dass der Kopf nach oben gerichtet ist und der Leib mit dem Schwanz fast senkrecht darunter hängt, so dass die Füsse den Stütz- oder Ruhepunkt fassen können; hierbei sind die Flügelflächen senkrecht gegen die ursprüngliche Flugrichtung gestellt und hemmen die Vorwärtsbewegung des Vogels.

Ich mache namentlich auf das starke Umbiegen der Fliegerflügel u. s. w. beim Abwärtsschlagen an den hinteren Rändern aufmerksam, ferner auf den Umstand, dass die kleinsten Flieger die Flügel am schnellsten und am häufigsten hinter einander bewegen müssen. Bei Fliegen u. s. w. ist eine Convexität der Flügel nach oben nicht vorhanden, was durch das Sichumbiegen der Flügelränder nach unten beim Aufwärtsschlagen der Flügel ersetzt wird.

Am meisten in die Augen fallend ist, dass alle Flieger ein geringes Körper- und ein sehr geringes Flügelgewicht haben.

Rechnet man proportional nach dem Reiher, so müsste ein Mensch, um wie ein Reiher beflügelt zu sein, d. h. im Verhältniss zu seinem Körpergewicht, $\frac{80}{1,85} \cdot 0,35 =$ rd. 15,00 qm Flügelfläche haben; ich wies früher bei Berechnung der Fallschirmflächengrösse nach, dass für diese Fläche schon 10 bis 11 qm ausreichend seien, und diese Flügelfläche dürfte nur $\frac{80}{1,85} \cdot 2 \cdot 0,25 = 22,0$ k rd. wiegen, also jeder Flügel rd. 11,0 k (NB! Wenn das Menschengewicht einschliesslich Flügelgewicht nur 80,0 k wäre). Diese 11,0 k ist aber kein Mensch im Stande, mit Hilfe seiner Muskelkraft so schnell und ausdauernd zu bewegen, wie ein Reiher seine Flügel und dabei noch die erforderliche Luftwiderstandsarbeit zu erzeugen, welche er zum Emporheben seines Körpers gebraucht, abgesehen davon, dass es nicht leicht gelingen dürfte, mit den zur Zeit vorhandenen Materialien Flügel von solcher Leichtigkeit, die also für 1 qm nur etwa 2 k wöge so fest uud steif herzustellen, dass jeder Muskeldruck auf die ganze Masse jedes Flügels in der dazu nur verfügbaren (vgl. die folgenden Berechnungen) Zeit übertragen wird. Am wenigsten aber wird man die Geschwindigkeit der Vorwärtsbewegung erreichen, welche zum freien Dahingleiten ohne Flügelschlag erforderlich ist, wenn man in senkrechter Körperhaltung, also so, wie man geht, zu fliegen sucht; man wird, des Luftwiderstandes wegen nicht über eine Geschwindigkeit von 8 bis 10 m (die eines Radfahrers) hinauskommen, und diese Geschwindigkeit genügt nicht. In wagerechter Körperlage aber wird man schlecht arbeiten können. Man construire die Flügel einmal so, dass dieselben Ränder erhalten, die sich beim Aufwärts- und Abwärtsschlagen nach unten bezieh. nach oben elastisch umbiegen, um die Vorwärtsbewegung dadurch und nicht allein durch die Schwerkraft zu ermöglichen. Man wird auf diese Weise mit den jetzt vorhandenen Flügelconstructionen, wenn diese so verbessert werden, etwas grössere Strecken zurücklegen können als bisher, und würde erheblich grössere gleiten, wenn man liegend fliegen könnte.

Wie ausserordentlich wesentlich die Zahl und Energie der Flügelschläge in der Secunde für die Möglichkeit des Fliegens überhaupt ist, wird die nachfolgende Rechnung zeigen. Zum Vergnügen schlägt z. B. ein Rebhuhn nicht so ausserordentlich schnell mit den Flügeln, ebenso auch nicht ein Birkhuhn oder ein Sperling u. s. w., sondern deshalb, weil diese Vögel ihres verhältnissmässig grossen Körpergewichts halber die Fallarbeit durch sehr schnell auf ein ander folgende, ein schwirrendes Geräusch hervorbringende Flügelschläge verringern müssen; eine wagerecht liegende fliegende Scheibe gleicht einem Vogel mit ausgebreiteten Flügeln und Schwanzfläche: so lange ihre Geschwindigkeit gross ist, ist ihre Flugbahn

fast wagerecht, wie beim dahingleitenden Vogel; mit abnehmender Eeschwindigkeit sinkt sie fallschirmartig und natürlich des grösseren Luftwiderstandes wegen langsamer als ein runder oder spitzer Körper und hat deshalb eine erheblich längere Flughahn, so ist es auch bei den Fliegern. Rechnen wir nun.

Die Anziehung der Erde bewirkt eine allmählich sich beschleunigende Bewegung bei einem fallenden Körper; die Beschleunigung g sei rd. = 10,0 am Ende der ersten Secunde; der Weg ist $s = \frac{gt^2}{2}$.

Demnach ist

s in 1 Secunde = 5,00 m (annähernd)
s „ 1/2 „ = 1,25 m „
s „ 1/3 „ = 0,60 m „
s „ 1/4 „ = 0,31 m „
s in 1/5 Secunde = 0,20 m (annähernd)
s „ 1/6 „ = 0,14 m „
s „ 1/7 „ = 0,10 m „

u. s. w. Dies steht hinlänglich fest.

Nehmen wir nun z. B. eine ausgewachsene Taube und berechnen unter Benutzung der ersten Tabelle über Körper- u. s. w. Gewichte und Flügelflächen die beim Taubenflug entstehenden Arbeiten, wie sie sich namentlich beim Auffliegen, im Beginn des Fluges, stellen.

1) Das Gewicht der Taube beträgt 0,60 k.

2) Die Flügelfläche beträgt 0,07 qm.

3) Die Anzahl der Flügelschläge werde zunächst zu n in der Secunde angenommen.

4) Das „v“ des Flügelniederschlages sei = 15,00 m, d. h. der Flügel werde auf die Länge des Flügelflächenschwerpunktweges mit solcher Kraft niedergeschlagen, dass er, im Augenblick des Schlages von der Taube losgelöst, wenn die Taube im Stande wäre, ihm 1 Secunde lang dieselbe Energie zu ertheilen, obwohl der Flügel nicht mehr an ihrem Körper festsässe, 15,0 m weit in 1 Secunde fliegen würde; dies muss vor allem beachtet werden; die Taube braucht die nöthige Energie nur auf die vorbezeichnete Schwerpunktswegelänge zu entwickeln! Dies erklärt die verhältnissmässig geringe Arbeit derselben. Die Masse der Taubenflügel braucht also nicht 1 Secunde lang mit der Geschwindigkeit von 15,0 m bewegt zu werden, sondern nur so lange Zeit, als bei dieser Geschwindigkeit die Zurücklegung eines Weges von der Länge des Flügelflächenschwerpunktsweges erforderlich macht; diese Zeit wird um so kürzer, je grösser „v“, d. h. die Geschwindigkeit des Flügelabwärtsschlages ist; hierbei nimmt natürlich die Kraftleistung relativ zu.

5) Aus „v“ bestimmt sich „v_1“, d. i. die Geschwindigkeit des Flügelhubes, wenn die Zahl der Flügelschläge in der Secunde gegeben ist.

6) Die Länge des Flügelflächenschwerpunktsweges sei zu 0,17 m angenommen, was ich augenblicklich an dem Taubenflügel, bezw. mit Hilfe desselben, den ich gerade zur Hand habe und der von der 0,6 k schweren Taube herrührt, ermittele.

Die Fallarbeit der Taube in 1/3 Secunde beträgt, unter der Voraussetzung, dass sie mit geschlossenen Schwingen und Schwanzfläche, also möglichst geringem Luftwiderstand fiele, 0,6 m . 0,6 k. = 0,36 mk. Diese Fallarbeit ist durch die Muskelarbeit des Thieres mindestens zu überwinden.

Zunächst werde ausser Acht gelassen, dass die Muskeln der Taube beim Abwärtsschlagen der Flügel durch die Erdschwere eine beschleunigende Unterstützung erfahren, also etwas entlastet werden; die Arbeit der Bewegung der Flügelmasse allein beträgt (nach der Formel $\frac{m}{2}v^2$ für 1 Secunde) $\frac{2 \,.\, 0{,}022 \,.\, 15^2}{2 \,.\, 90\ (\text{rd.})} = 0{,}055$ mk in 1/3 Secunde (bei drei Schlägen). Da nämlich beide Flügel gleichzeitig nur einen Weg von 0,17 m machen, so ist von der Taube die erforderliche Energie für die Bewegung der Flügel mit $v = 15{,}0$ m in der Secunde nur für einen Weg von 0,17 m, also den 90. Theil einer Secunde lang, zu leisten (90 . 0,17 = rd. 15 m). Es muss so gerechnet werden, weil die Luftwiderstandsarbeit beim Abwärtsschlagen der Flügel auf jedem Punkte der 0,17 m die darauf entfallende gleiche Muskelarbeitsmenge aufzehrt, der event. Ueberschuss der entwickelten Arbeit aber zur Vorwärtsbewegung u. s. w. verbraucht wird, so dass nur eine geringe Arbeit übrig bleibt, die Trägheit der Flügelmassen zu beseitigen. Diese Trägheit, d. h. das Bestreben, mit derselben Geschwindigkeit in der zuletzt angenommenen Richtung weiter zu gehen, wird aber dadurch aufgehoben, dass die Flügel beim Vorwärtsgleiten gegen ruhende Lufttheilchen stossen, welche den Flügel zusammen mit dem durch die oberhalb des Flügels entstandene Luftverdünnung auf die Unterfläche desselben wirksam werdenden Atmosphärendruck zurückzubewegen streben; ganz und gar aufgehoben wird die Trägheit, was ich früher mittels kleiner Fallschirme experimentell nachgewiesen habe und noch nachweisen kann.

Nach der Näherungsformel $0{,}135 \,.\, F \,.\, v^2$ für den Luftwiderstand beträgt die von beiden Flügeln hervorgerufene Widerstandsarbeit hier

$$0{,}135 \,.\, 0{,}07 \,.\, 15^2 \,.\, 0{,}17 = 0{,}36 \text{ mk}.$$

Diese Arbeit ist schon so gross wie die Fallarbeit der Taube in 1/3 Secunde, wie vorberechnet; demnach ist hier entweder die Zahl der Flügelschläge, oder die Geschwindigkeit des Abwärtsschlages, oder die Wegelänge 0,17 m zu klein angenommen, weil für die Arbeit des Flügelhubes kein entsprechender Ueberschuss vorhanden ist, desgleichen auch nicht für die Vorwärtsbewegung. Es werden deshalb zunächst statt dreier Flügelschläge einmal vier in der Secunde angenommen; $v = 15{,}0$ m, sowie die Wegelänge 0,17 m bleibe dagegen unverändert. Alsdann ergiebt die Rechnung:

1) Fallarbeit der Taube in 1/4 Secunde: 0,31 m . 0,6 k = 0,186 mk, also etwa die Hälfte von derjenigen im vorigen Fall,

2) Arbeit des Flügelniederschlages mit $v = 15$ m in der Secunde, wie vor $= 0{,}055$ mk, aber statt dreimal nun viermal vom Vogel zu leisten, also anscheinend anstrengender.

3) Arbeit, die Flügel zu heben auf den Weg „s“ $= 0{,}17$ m; die Geschwindigkeit des Hubes resultirt aus folgender Rechnung: die Flügel werden $^1/_4$ Secunde 0,17 m mit $v = 15{,}0$ Met.-Sec, herabgeschlagen, das Abwärtsschlagen dauert also nur $^1/_{90}$ Secunde, wie schon berechnet; mithin bleiben zum Aufwärtsschlagen $\frac{1}{4} - \frac{1}{90} = \frac{22{,}5}{90} - \frac{1}{90} = \text{rd.}\ \frac{21}{90}$ Secunde; in $^{21}/_{90}$ Secunde legen beide Flügel gleichzeitig den Weg von 0.17 m zurück, haben also eine Secundengeschwindigkeit von $4{,}3 \, . \, 0{,}17 = 0{,}73$ m; demnach ist die Arbeit des Flugelhubes an sich (d. h. die Bewegung der Flügelmasse allein) $\frac{2 \, . \, 0{,}022 \, . \, 0{,}73^2}{2 \, . \, 4{,}3} = \text{rd.}\ 0{,}003$ mk. Hierzu kommt noch die Arbeit der Erdanziehung, die beim Heben überwunden werden muss, welche in $^{21}/_{90}$ Secunde rd. $0{,}25\ \text{m} \, . \, 2 \, . \, 0{,}022 = 0{,}011$ mk beträgt; ferner die zu überwindende Luftwiderstandsarbeit (ohne Rücksicht auf die Convexität der Flügel nach oben angenommen) mit $0{,}135 \, . \, 0{,}07 \, . \, 0{,}73^2 \, . \, 0{,}17 = \text{rd.}\ 0{,}001$ mk; im Ganzen beträgt also die Arbeit für den Flügelhub 0,015 mk; dazu die Fallarbeit mit 0,186 mk, die Niederschlagsarbeit mit 0,055 mk, giebt zusammen als ganze Arbeit 0,256 mk. Die Luftwiderstandsarbeit beim Abwärtsschlagen mit $v = 15{,}0$ Met.-Sec. beträgt aber 0,36 mk, wie schon zuvor berechnet; sie ist mithin grösser als die vorberechneten entgegengesetzt wirkenden Arbeiten; mithin bleibt bei dieser Annahme ein Ueberschuss von rd. 0,10 mk an lebendiger Kraft, der zur Vorwärts- bezw. Aufwärtsbewegung der Taube geeignet ist. Hat der Vogel genügende Geschwindigkeit erreicht, so hat er in $^1/_{90}$ Secunde ein Plus von 0,10 mk seiner eigenen lebendigen Kraft, während die Erdschwere ihn in gleicher Zeit nur mit $0{,}006\ \text{m} \, . \, 0{,}6 = 0{,}0036$ mk Fallarbeit anzieht; die Resultante aus 0,10 wagerecht und 0,0036 senkrecht ist aber fast wagerecht gerichtet, der Vogel wird also eine Zeit lang ohne Flügelschlag schweben können, so lange bis Fallarbeit und Luftwiderstandsarbeit das Plus aus einer Reihe von Flügelschlägen (die Zahl steht im Belieben des Vogels) aufgezehrt hat und der Vogel zu sinken beginnt. In Wirklichkeit wird sich die von der Taube zu leistende Arbeit noch etwas kleiner stellen, weil der Vogel Fallschirmflächen hat, die nicht berücksichtigt sind, und aus den voraufgeführten Gründen (vgl. den Aufsatz vom Jahre 1888, Dingler's Pol. Journ.). Um noch einmal zu resumiren, werden die sämmtlichen von der Taube zu leistenden Arbeiten in $^1/_3$ bezieh. $^1/_4$ Secunde zusammenaddirt; hierbei ergiebt sich, dass die Taube in $^1/_4$ Secunde, d. h. bei vier Flügelschlägen in 1 Secunde, weniger Arbeit zu leisten hat als bei drei Schlägen.

In $^1/_4$ Secunde ist zu leisten: v abwärts = 15 Met-Sec.

1. Luftwiderstandsarbeit (= Fallarbeit) beim Flügelniederschlagen	0,186 mk	
2. Desgl. beim Heben der Flügel	0,008 mk	
3. Arbeit zum Sichheben und Fortbewegen	0,100 mk	(angenommen)
4. Arbeit, die Flügelmassen abwärts zu schlagen	0,053 mk	(Erdanziehung, weil zu klein, vernachlässigt.)
5. Arbeit, die Masse der Flügel aufwärts zu heben	0,003 mk	
6. Erdanziehung beim Heben der Flügel .	0,011 mk	
zus.	0,358 mk in $^1/_4$ Secunde;	

also in 1 Secunde 4.0,358 = 1,432 mk.

In $^1/_3$ Secunde ist zu leisten: v abwärts = 15 Met.-Sec.

1. Luftwiderstandsarbeit (= Fallarbeit) . .	0,36 mk	
2. Desgl. beim Heben der Flügel 0,135.0,07 .0,53².0,17	0,0004 mk	
3. Arbeit zum Sichheben und zur Fortbewegung	0,1000 mk	(wie oben)
4. Arbeit, die Flügelmassen abwärts zu schlagen	0,0550 mk	(wie oben, da v = 15 m)
5. Arbeit, die Masse der Flügel zu heben: $\frac{2.0,022.0,53^2}{2.3,1}$	0,0020 mk	
6. Erdanziehung beim Heben 0,60.2.0,022 .	0,0264 mk	
zus.	0,5438 mk in $^1/_3$ Secunde;	

also in 1 Secunde ist zu leisten 3.0,5438 = 1,6314 mk, also mehr als in $^1/_4$ Secunde, was zu erweisen war.

Hierdurch ist bewiesen, und ich meine, dass sich gegen die vorstehende Berechnungsart nichts einwenden lassen wird, dass eine Vermehrung der Zahl der Flügelschläge eine Verminderung der Fliegearbeit bewirkt, was natürlich nur in bestimmten Grenzen gilt, da die lebendige Kraft der einzelnen Fliegerarten eine begrenzte ist, so dass z. B. eine Taube nicht im Stande ist, ihre Flügel 200 mal in 1 Secunde hin und her zu bewegen, wie eine Fliege, deren Flügelgewicht an sich ein sehr geringes ist, so dass diese grosse Anzahl von Flügelschlägen von der Fliege eben geleistet werden kann. Die Fliege ist auch im Stande, die vorhin besprochene Umbiegung ihrer Flügelränder willkürlich grösser oder kleiner zu gestalten, oder ganz zu hindern, denn sie kann sich auch unbeweglich auf einer Stelle in der Luft schwebend erhalten. Sämmtliche Flieger werden durch den Wind beeinflusst und können, je nach der Muskelkraft der einzelnen Arten, nicht gegen stärkeren Wind fliegen, sind vielmehr genöthigt, gegen den Wind zu kreuzen, werden oft zurückgetrieben, oder müssen, wie man z. B. häufig bei Krähen sieht, dicht am Boden fliegen, um gegen den Wind fortkommen zu können. Namentlich erschwert der Wind das Balanciren. Selbst Möven und ähnliche Vögel, die vorwiegend gern im Winde fliegen, können sich bei starkem Winde nicht gegen den Wind bewegen, wenn sie nicht kräftig mit den Flügeln arbeiten oder durch kreisende Bewegung lebendige Kraft

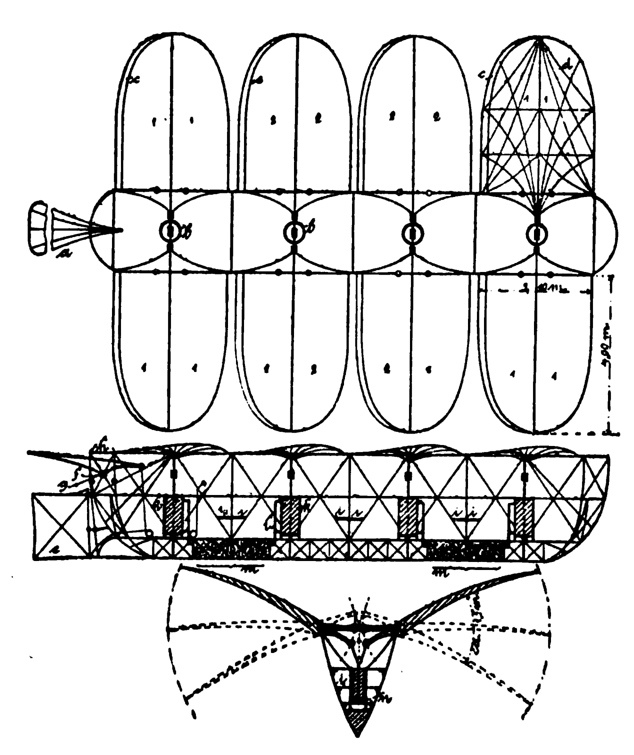
genug erhalten, um gegen die Luftströmung aufzukommen. Beim Kreisen liegt der Vogel so, dass der nach innen liegende Flügel etwas nach unten weist, während der in der äusseren Peripherie der Kreisbewegung befindliche Flügel etwas nach oben gerichtet ist, so dass der Vogel durch die Centrifugalkraft die Schwebe- und Vorwärts- bezw. Kreisbewegung ermöglicht. Stillstand in der Bewegung und einfaches Schweben auf einem Punkte muss eintreten, sobald die Summe aller Arbeiten bis auf diejenige, die den Vogel allein schwebend hält, annullirt wird. Somit lassen sich alle Flugerscheinungen ohne Zuhilfenahme künstlicher Theorien, bei welchen meist eine sorgfältige Naturbeobachtung fehlt, sehr gut erklären. Es erscheint mir wunderbar, dass bis zum heutigen Tage noch Zweifel darüber zu bestehen scheinen, wie die Vögel, oder Flieger im Allgemeinen, mit ihren Flügeln arbeiten, während ich dies täglich auf das genaueste sehe. Vögel, welche sich überschlagen können, wie Tümmlertauben, besitzen eine grosse Drehfähigkeit der Flügel in den Schultergelenken und ausserdem liegt bei ihnen der Körperschwerpunkt sehr nahe an der Flügelachse. Zur Zeit habe ich hier in Geestemünde besonders Gelegenheit, den Flug der Seemöven zu beobachten. Einen sogen. kraftsparenden Wellenflug habe ich bislang noch nicht zu beobachten Gelegenheit gehabt und bezweifle ihn aus physikalischen Gründen; er erinnert mich sehr an das Perpetuum mobile und darf wohl als eine ganz irrige und unerwiesene, sowie unbeweisbare Sache angesehen werden, die auf ungenügender Beobachtung basirt.

Betrachten wir nun die Möglichkeit des persönlichen Fluges, d. h. des wirklich freien Fluges, der das Auffliegen aus dem Ruhezustand, das dauernde Schweben und die schnelle Vorwärtsbewegung unter Einhaltung der richtigen Balance, das Wenden und das Sichniederlassen auf bestimmter Stelle hauptsächlich in sich begreift. Nehmen wir an, ein Mensch wolle stehend fliegen und zwar mit einer Geschwindigkeit von 30,00 Met.-Sec. Der Mensch setzt der Durchschneidung der Luft etwa eine Fläche von rd. 1,50 . 0,4 = 0,6 qm entgegen. Bei 30,00 m constanter Bewegungsgeschwindigkeit entsteht bei ruhiger Luft ein constanter Druck von $0{,}6 \text{ qm} \cdot 0{,}135 \cdot 30{,}00^2 = 72{,}9 =$ rd. 73,0 k und eine secundlich zu leistende Arbeit von 73,00 . 30,00 = 2190 mk. Es würde eine grosse Anzahl kraftvoller Flügelschläge dazu gehören, die schnell hinter einander ausgeführt werden müssten, um durch allmähliche Summirung der nöthigen Kraftüberschüsse bei den einzelnen Schlägen diese Arbeit allmählich herzustellen. Denkt man den menschlichen Körper dagegen wagerecht fliegend, so beträgt die Querschnitts- und Widerstandsfläche, wenn die Körperlängsachse in der Flugrichtung liegt, nur etwa 0,4 . 0,5 = 0,20 qm; mithin ist die Arbeit (bei $v = 30{,}0$ m) nur $^1/_3$ so gross, als bei senkrechter Körperstellung, also nur 730 mk. Da diese Arbeit erheblich kleiner, so ist also das Fliegen in wagerechter Lage des Körpers jedenfalls rationeller. Ausser der bei grösseren Geschwindigkeiten noch sehr bedeutenden Luftwiderstandsarbeit ist nun aber noch die Fallarbeit

und Hubarbeit, d. h. die Arbeit, die Flügel zu bewegen, zu bewältigen. In 1 Secunde beträgt die Fallarbeit bei 80 k Körper- + Flugapparatgewicht rd. 5,0 . 80 = 400 mk; hierbei ist indessen der Umstand ausser Acht gelassen, dass die ausgebreiteten Flügel des Flugapparates — die Fläche beider zusammen werde zu 10,0 qm angenommen (und das Gewicht im Ganzen zu nur 10,0 k) — zusammen mit der wagerecht liegenden Körperfläche eine Luftwiderstandsfläche von rd. 11,0 qm bilden, welche fallschirmartig wirkend, nur eine bestimmte Fallgeschwindigkeit zulässt, d. h. dass sie, bei ruhiger Luft, ein ungefähr constantes Fallbeharrungs-„v" bedingt. Dieses v berechnet sich aus folgender Gleichung: Es muss das Gewicht des ganzen fallenden Fliegers sein = dem Luftdruck auf die Luftwiderstandsfläche, also 80 k = 11,0 qm . 0,135 . v^2; hieraus folgt v = rd. 7,4 m; das Beharrungs-„v" ist also schon nach 0,8 Secunden ungefähr erreicht. Der durchfallene Weg „s" in 0,8 Secunden ist aber etwa = 5 . 0,8² = rd. 3,20 m; folglich beträgt hiernach die Fallarbeit des Systems nur 3,2 . 80 = 256 mk und nicht 400 mk, wie erst berechnet. Freilich ist Voraussetzung dabei, dass die Fallschirmfläche stets wagerecht liegend wirksam ist; wenn aber die Flügel beim Fliegen bewegt werden, so trifft dies um so weniger zu, je grösser der Kreisweg des Flügelflächenschwerpunkts ist. Die wirklich zu leistende Arbeit wird also zwischen 256 und 400 mk liegen; nehmen wir sie zu 300,00 mk an. Zur Bewältigung dieser Arbeit, die bei einem Flügelschlage in 0,8 Secunden zu geschehen hätte, müssten die zusammen nur 10 k schwer gedachten Flügel mit einem „v" abwärts schlagen, dass sich aus der Gleichung 10,0 qm . 0,135 . v^2 . 1,5 m (= Schwerpunktswegelänge) 300 zu rd. 12,0 m ergiebt. Das kann die menschliche Muskelkraft nicht leisten, wie z. B. ein Turner, welcher am Barren Stützübungen macht, aufs klarste beweist; derselbe ist nicht einmal im Stande, seinen Körper mit den Armen etwa 0,5 m in 1 Secunde zu heben, also etwa 40 mk Arbeit zu leisten, und ein Springer kann seinen Körper mit den Beinen nur etwa 2,0 m in 1 Secunde vorwärts bewegen, also höchstens 2 . 80 = 160 mk leisten und dies auch nur vorübergehend und nicht ausdauernd hinter einander.

Da die vorberechneten Kraftleistungen nicht nur zum Auffliegen, sondern auch zur Fortsetzung des Fluges zu entwickeln sind, so geht aus den vorstehenden Rechnungen hervor, dass ein persönlicher Flug in der Weise, wie ein Vogel ihn ausübt, dem Menschen mit Hilfe eines einfachen, nicht durch besondere Kräfte bewegten Flugapparates nicht möglich sein kann, weil kein Mensch im Stande ist 10 bis 22 k Flügelgewicht mit der nöthigen Kraft, Schnelligkeit und Ausdauer zu bewegen; denkbar ist nur, dass man sich von einem hoch gelegenen Punkte herablässt, günstige Umstände, wie entgegenstehenden Wind, benutzt, um mit Hilfe der Schwerkraft und derjenigen Flügelarbeit, welche man als Mensch leisten kann, in schräger Richtung ein Stück fliegend, sehr bald den Boden wieder zu erreichen;

bei Verbesserung der Flügelconstruction, Herstellung solcher Flügel, deren Ränder sich nach oben und unten, wie die Federn oder Federfahnen der Vogelflügel oder die Ränder der Insectenflügel umbiegen können, wird man den Weg erheblich verlängern können, da es gelingen wird, die Geschwindigkeit der Vorwärtsbewegung zu vergrössern und so an lebendiger Flugkraft zu gewinnen, alles natürlich in engeren Grenzen. Zur Bewältigung der erheblichen Fallarbeit, wie sie das Gewicht des Menschen mit seiner Maschine zusammen haben muss, werden unbedingt grössere Kräfte zu Hilfe genommen werden müssen; und wir besitzen solche in den Explosivstoffen! Diese allein sind im Stande, die ruckförmige Bewegung hervorzubringen, mit welcher die Flügel bewegt werden müssen, um den nöthigen Widerstandsdruck der Luft hervorzurufen (oder besser gesagt, die Widerstandsarbeit, weil eine Kraft ohne Richtungstendenz, d. h. ohne das Bestreben, in bestimmter Richtung zu wirken, also Arbeit zu leisten, bezw. eine Kraft ohne Arbeit nicht denkbar ist), der zum Schweben und zur Vorwärtsbewegung nöthig ist. R u h e i s t d i e W i r k u n g g l e i c h e r e n t g e g e n-



a Senkrecht auf und ab bewegliches Steuer zur Ermöglichung schrägen Steigens und Fallens. *b* Cylinder. *c* Elastischer Rand. *d* Rippenwerk der mit Stoff überzogenen Flügel; die Flügel *11* schlagen gleichzeitig, desgl. die Flügel *22*, die einen auf-, die andern abwärts. *e* Steuer für Seitwärtsbewegung. *f* Drehpunkt. *g* Geschlossene Stabverbindung. *h* Offen. *i* Sitzbretter. i_1 Sitzbrett des Steuermanns. *k* Cylinder. *l* Zuleitung. *m* Gaskasten bezw. Behälter für Explosivstoffe. *n* Auspuffleitung.

S k i z z e d e s F l u g a p p a r a t e s.

gesetzt gerichteter Arbeiten, nicht Kräfte, das ganze Weltall arbeitet, auch da, wo scheinbar Ruhe herrscht; die Anziehung der Massen ist ein continuirlich wirkender Kraftstrom, keine Einzelkraft, abhängig von der Art der Masse, unaufhörlich Stoff gegen Stoff drängend, Wärme, Licht u. s. w. erzeugend. Der continuirlich wirkende Anziehungskraftstrom, der in Form der Fallarbeit auf den Vogel in der Luft wirkt, muss durch eine ebenso continuirlich wirkende Luftwiderstandsarbeit bezw. Flügelarbeit überwunden werden. Sehen wir nun, wie dies mit Hilfe einer Maschine möglich ist. (Figur nebenstehend.)

Das Streben muss dahin gehen, die Maschine so leicht als möglich zu bauen; als Baustoffe dürften sich Bambusrohr, Schnüre von Hanf, Stahlblech, Segelleinwand oder Seide, dünne Mannesmann-Rohre u. dgl. empfehlen, als Explosivstoffe comprimirter Wasserstoff, Sauerstoff, Leuchtgas u. s. w., sowie event. Dynamit, das in kleinen Mengen leicht transportirbar ausserordentlich grosse Kräfte repräsentirt. Die Explosivstoffe sind so unterzubringen, dass sie nicht in Gefahr kommen, vorzeitig zu explodiren, d. h. sie müssen in kleinen, den gewollten Kraftleistungen entsprechenden Massen zur Verwendung kommen.

Gemäss vorstehender Skizze würde sich das Gewicht eines Flugapparates für vier Menschen etwa stellen wie folgt:

8 . 10 = 80 qm Segeltuch	à 0,8 k =	64 k
80 qm Flügelrippen	à 1,2 k =	96 k
4 Pleuelgestänge und Kolben	à 8,0 k =	32 k
4 Cylinder	à 25 k =	100 k
5 Constructionsbinder des Gestelles	à 10 k =	50 k
2 Gaskästen	à 20 k =	40 k
4 Menschen	à 75 k =	300 k
	Zus.	682 k
Dazu für Sitzplätze, Schwanzsteuer u. s. w.		68 k
	Summa	750 k

Es werden zwei Schläge für die Secunde angenommen, und zwar sollen nur vier Flügel je einen Schlag in der Secunde thun, also nur 40 qm Flügelfläche in der Secundenhälfte arbeiten.

Zunächst werde ermittelt, mit welcher constanten Geschwindigkeit der Apparat bei 40 qm Fallschirmfläche fallen würde. Für diesen Fall besteht die Gleichung $40 . 0{,}13 . v^2 = 750$ oder v 12,0 m. Mithin wäre die constante Fallarbeit, welche zu überwinden wäre = 12 . 750 mk; diese Arbeit, die erst nach Ablauf einer Secunde eintritt, ist indessen nicht zu leisten, sondern nur die Fallarbeit, welche das System in $1/2$ Secunde leisten würde, und diese ist erheblich kleiner, nämlich nur = 1,25 . 750 = 937,50 mk = rd. 940 mk. Mit welchem „v" müssen die Flügel bewegt werden, um diese Arbeit zu leisten? Es muss sein: $40 . 0{,}135 . v^2 . 1{,}5 = 940 + v . 60$ (d. h. letzteres ist die Arbeit, die Flügel selbst in Bewegung

zu setzen; die Flügel seien nämlich zu bewegen auf einem Wege von 1,5 m, d. h. der Schwerpunktsweg der Flügelflächen soll = 1,5 m sein (s. oben), dann ist $\frac{v}{n} = 1{,}5$, also $n = \frac{v}{1{,}5}$; mithin $\frac{40\,(0{,}8 + 1{,}2)}{2} \cdot \frac{v^2}{n} = \frac{80}{2} \cdot v \,.\, 1{,}5 = v \,.\, 60$), oder $v^2 - 7{,}48 \,.\, v = 116{,}50$, oder $v = 16{,}85 =$ rd. 17,0 m; es müssen also die 40 qm Flügelmasse und Fläche mit $v = 17{,}0$ m auf eine Wegelänge von 1,5 m in jeder Secunde bewegt werden. In zwei Cylindern muss also in jeder halben Secunde eine Arbeit von ungefähr (einschliessl. der Reibung u. s. w.) etwa 1100 mk geleistet werden. Hat jeder Cylinder 20 cm Durchmesser, so hat jeder Kolben darin etwa $10^2 \,.\, 3{,}141$ = rd. 314 qc Fläche, muss also durch die Explosion des Dynamits oder Gasgemisches mit $\frac{1100}{314}$ = rd. 4 k Druck bei einer Wurfhöhe von 1,5 m, und mit 8 k Druck für 1 qc — um zu hohe Cylinder zu vermeiden — bei einer Wurfhöhe des Kolbens von 0,75 m in die Höhe geworfen werden. Die Cylinder sollen inwendig mit Asbestcement Kühlewein gefüttert werden, um eine zu starke Erhitzung derselben zu verhindern. Die Explosion für den Hub des Flügels kann, dem verminderten v entsprechend, erheblich schwächer sein. Auf den Abwärtsschlag wird natürlich nicht $^1/_2$ Secunde Zeit, sondern nur $\frac{1{,}5}{17} = \frac{9}{100}$ Secunden gebraucht.

Zur Geschichte der internationalen Ballonfahrten.

In Nr. 1 der „Illustrirten Aëronautischen Mittheilungen" unterzieht Herr Dr. Hergesell einige bei der Besprechung des de Fonvielle'schen Buches: „Les Ballons-sondes" von mir bona fide gemachten Angaben über die geschichtliche Entwicklung der internationalen Ballonfahrten einer nicht gerade wohlwollenden Kritik.

Obwohl ich mich im Besitz des Materials befinde, welches den Beweis liefert, dass Herrn Dr. Hergesells Ausführungen vielfach den Thatsachen nicht entsprechen, halte ich es nicht für vortheilhaft, dasselbe der öffentlichen Erörterung zu unterziehen, da mir die hieraus ohne Zweifel hervorgehende Schädigung unserer auf gemeinsamer Arbeit beruhenden Aufgaben viel bedenklicher erscheint als ein Verzicht auf persönliche Rechtfertigung. Der grösste Theil unserer Meinungsverschiedenheiten beruht ohnehin auf Missverständnissen, welche besser durch private Darlegungen ausgeglichen werden.

Ich beschränke mich deshalb darauf, Folgendes kurz zu erwähnen.

1) Herr Hauptmann Mödebeck war, unbeschadet seiner sonstigen grossen Verdienste um die Luftschiffahrt, an den wissenschaftlichen Ballonfahrten „von Berlin aus," auf welche allein der in Rede stehende Satz

des de Fonvielle'schen Buches sinngemäss bezogen werden kann, thatsächlich nicht betheiligt und konnte nicht betheiligt sein, da er während der ganzen Zeit der Ausführung derselben von Berlin abwesend war.

2) Ich habe nicht den Anspruch erhoben, an Stelle Gaston Tissandier's als geistiger Urheber der simultanen Ballonfahrten angesehen zu werden; als Beweis führe ich nur meinen Antrag an, Tissandier grade wegen dieser seiner Verdienste um die internationalen Fahrten zum Ehrenmitgliede der internationalen aëronautischen Commission zu wählen, sowie den Schlusssatz meiner Besprechung, in welchem ich bedauere, diesen trefflichen Luftschiffer und Gelehrten in dem Buche de Fonvielle's nicht erwähnt zu sehen.

3) Schon vor dem erwähnten Briefe Herrn Mödebeck's an Herrn de Fonvielle haben in Berlin mehrere internationale Simultanfahrten stattgefunden; der im betreffenden Briefe ausgesprochene Gedanke war also nicht nur nicht neu, sondern sogar schon zur Ausführung gebracht worden.

4) Meine Correspondenz mit Herrn Hermite hat nicht mit einem „Refus", sondern mit der liebenswürdigen Einladung geendigt, mit unserm Ballon zum Zwecke gleichzeitiger Auffahrten nach Paris zu kommen.

Alles Uebrige, besonders die Erörterung interner Angelegenheiten der internationalen aëronautischen Commission, lasse ich auf sich beruhen, da es nicht vor die Oeffentlichkeit gehört.

Prof. Assmann.

Kleinere Mittheilungen.

Zur Klärung. In seiner „Definition des Fluges" hat Herr Generalrath Platte die Güte (im Januar-Heft cr.) auch meiner Spannungstheorie in der Vogelflugmechanik zu gedenken, und es freut mich dies besonders deshalb, weil ich schon früher hervorgehoben habe, dass dieser Forscher meiner Ansicht nach einer von den wenigen sei, die den Vogelflug annähernd so auffassen, wie er naturmechanisch richtig ist, und ich nunmehr sehe, dass Herr Platte wahrscheinlich mein Hauptwerk nicht gelesen hat und mich in Folge dessen auch nicht völlig versteht; — dies giebt mir nun Gelegenheit, seine interessanten Ausführungen zu ergänzen. Er schreibt Seite 19:

> „Auch Buttenstedt beginnt den Flug von der Höhe und sichert sich dadurch die Schwerkraft als benutzbare Betriebskraft, welche ihn in schrägen Abfalls-Linien vorwärtsschiebt; er gewinnt dadurch, wie er sagt, „für die Flugmaschinen der Zukunft eine constante Naturkraft, auf deren Trieb-Energie stets zu rechnen ist, so dass zur völligen Erhaltung des Fluges nur noch geringe Hülfskräfte nöthig sind." Bisher ist seine Auffassung des Fluges tadellos und übereinstimmend mit den übrigen von den Anhängern des Segelfluges aufgestellten und durch Rechnung in ihrer Richtigkeit bestätigten Segelflug-Gesetzen. Nicht so zustimmend kann man sich aber seiner weiteren hypothetischen Meinung unterwerfen, dass die „Hülfskraft," welche zur Ausführung des durchschnittlich horizontalen

Fluges auch er als nothwendig bezeichnet, durch die „elastische Spannkraft des Flügelmaterials" geliefert werde."

Soweit Herr Platte.

Die nicht ganz richtige Auffassung meiner Spannungs-Theorie liegt nun darin, dass die „elastische Spannkraft" nicht die Hülfskraft, sondern die Hauptkraft des Fluges leisten soll, und die Hülfskraft vielmehr durch Eigenkraft des Vogels geleistet wird. — Denn die wirkenden Flugkräfte beim Vogel setzen sich aus zwei Hauptkräften zusammen, das ist das verticalwirkende Moment der Schwerkraft des Thieres und der dem Falle des Vogels entgegenwirkende verticale Luftmassendruck unter der Flügelfläche.

Aus dem Entgegenwirken dieser beiden Natur-Kräfte entsteht nun eine einzige Kraft, gleichsam als Summe beider Kräfte, und das ist die „elastische Spannkraft des Flugmaterials;" denn würde man bei einem flügelregungslos-schwebenden Vogel die einzelnen kleinen Spannkräfte sämmtlicher Flügelfedern, Sehnen und Muskeln addiren, so würde man genau das Gewicht des Vogels als Summe erhalten müssen, — denn die ganze Schwerkraft des Thieres ist gleichsam in „Spannkraft des Flügelmaterials" umgewandelt. — In der Horizontal-Spannkraft der Schwungfedern solcherart gespannter Flügel, habe ich nun an der Hand von Momentbildern eine Horizontal-Componente, also eine verwendbare Arbeitskraft nachgewiesen, welche so stark ist, dass sie z. B. einen Raubvogel, der von einer Höhe abspringt, ungefähr 20 Mal weiter treiben würde als er hoch abgesprungen ist. Dies giebt etwa einen Flugwinkel, der nur 5 Grad unter der horizontalen Linie liegt. Da also der Horizontal-Flug 90 Grad von der senkrechten Linie abweicht, so leistet meine Spannungs-Mechanik $^{85}/_{90}$stel der nöthigen Schwebearbeit, und nur $^{5}/_{90}$stel sind durch Eigenbewegung des Thieres zu leisten; diese $^{5}/_{90}$stel sind nun die „Hülfskräfte," die nach meiner Theorie noch zur Lösung der Flugfrage durch Maschinen aufgebracht werden müssen. Der lebende Vogel bringt ab erdiese Hülfskraft derartig einfach und unmerklich durch Schwanzrudern oder Flügel-Vibration auf, dass wir davon beim Beobachten schwebender Vögel garnichts merken und diese Thiere sogar kreisend ohne Flügelarbeit aufsteigen sehen. — Gätke auf Helgoland sah Bussarde sogar senkrecht ohne Flügelarbeit aufsteigen; das ist einfach ein Laviren nach oben. — Eine der werthvollsten Beobachtungen die ich kenne verdanken wir dem Herrn Platte, und ich habe sie auch in meinem Werk mit aufgenommen, und zwar beobachtete er mittelst Stativ-Fernrohr in den Alpen 2 schwebende Adler, welche 40 Kreise zogen, und bei einem leichten Winde von etwa 3 Secunden-Metern, ohne zu steigen oder zu sinken, 19 Minuten lang schwebten, ehe einer derselben den ersten Flügelschlag ausführte. — In dieser gleichmässigen, sich um den Wind gar nicht kümmernden, 19 Minuten ohne Flügelschläge anhaltenden Vorwärts-Bewegung zeigt sich die Wirkung meiner „Horizontal-Componente" in ihrer mechanischen Arbeitsleistung sehr deutlich, indem die Vögel so unmerklich an Höhe, Lagen-Energie, eingebüsst haben, dass der Forscher dies nicht beobachten konnte, oder die Thiere haben durch Schwanzrudern gleiche Höhe gehalten. Auch das Schwanzrudern (Wricken) ist nicht in die Augen springend deutlich zu beobachten, daher erscheinen uns die mechanischen Schwebeleistungen so mystisch; sie finden aber ihre völlige Erklärung, wenn man bedenkt, dass die Schwerkraft-Spannung des Flügelmaterials schon die Haupt-Schwebe-Arbeit leistet, und die noch fehlende „Hülfskraft" so wenig Anstrengung seitens des Flugthieres erfordert, dass man von dieser Anstrengung nicht einmal etwas sieht. —

Die vornehmste „Hülfskraft," deren sich nun die Vögel bedienen, und die auch die „Spannkraft des Flugmaterials" in demselben Masse erhöht, in welchem diese Hülfskraft aufgewendet wird, — ist der mechanische Effect des

Flügelschlages, — denn diese Vertical-Arbeit verstärkt in den Schwungfedern — wie die Moment-Photographien deutlich beweisen — die Horizontal-Spannkraft, und damit das Schwebevermögen.

Das Bewegungs-Moment beim Schwebefluge ruht daher nach meinen Ergebnissen einzig in der horizontalen Spannungs-Componente des Flügelmaterials, und daher rührt auch der geradlinige, nicht wellenförmige Schwebeflug, denn diese constante schwebende Bewegung ist das Resultat der horizontalen Entspannungs-Bewegung der Horizontal-Spannkraft in den Flügeln, weil diese Spannkraft die Wirkung des Verticaldruckes der Schwerkraft ist, und dieser Druck in der Luftmasse constant wirkt. Aus diesem Grunde ist die Spannung constant und darum muss auch die Entspannung selbstverständlich ebenfalls constant sein. —

Das bewegende Moment ist und bleibt die „Schwerkraft“ des Thieres, aber dieses Moment ist das „verticalbewegende“ Moment, die Aufgabe der „elastischen“ Spannung des Flügel-Materials ist es nur, dieses „verticalbewegende“ Moment in ein „horizontalbewegendes“ Moment umzusetzen, und dies wird meisterhaft durch den mastensegel-ähnlichen Bau der Schwungfedern, sowie der Flügelspitze überhaupt, ja man kann sagen: des ganzen Flügels erreicht. — Jede Schwungfeder ist ein Flügel en miniature! — Hauptmann d. R. Halla in Graz schoss einen schwebenden Adler so durch das Brustbein und die Wirbelsäule, dass das Thier sofort tot, und da sein Rückenmark verletzt war, sogleich im Starrkrampfe die Flügel ausgebreitet in der Luft liegen liess. — So als tote Masse schwebte das Thier 20 mal weiter als seine Fallhöhe betrug. — Das Thier schoss nun nicht zur Erde, wie es dies gethan haben würde, wenn die ganze Flügelfläche einen geneigten Winkel gebildet haben würde, auf der die tote Last abwärts geglitten sein müsste, sondern das Thier lagerte horizontal und schwebte langsam auf éine Wiese nieder, wo es mit — zum Schweben — ausgebreiteten Flügeln, schon mit trüben und etwas eingefallenen Augen vom Schützen und einigen Hirten aufgefunden wurde; — das Thier war also tot, noch ehe es die Erde berührte. —

Die Hauptflugfläche dieses Vogels lag also während dieses Fluges völlig horizontal, nur die Schwungfedern erzeugten, vermöge ihrer fluggünstigen Bauart, ihre schrägflächige Horizontal-Componente, welche die tote Last schwebend nach vorn trieb, also „mechanische Schwebearbeit“ leistete. Jch habe es mir bei Abfassung meines Werkes: „Das Flug-Princip“ freilich nicht denken können, dass es je möglich sein könnte, einen Vogel so zu schiessen, dass er mit ausgebreiteten Schwingen tot in der Luft ausgestreckt lagern bliebe, und schrieb daher auf Seite 67:

> „Die Flugkraft (elastische Spannkraft) gleicht einem Accumulator, der getreu die empfangene Kraft abgiebt und doch kraftgeschwängert bleibt, die Flügel gleichen magnetischen Organen, die mit constantem Zuge nach einem Pole fliehen, den sie nie erreichen, und der doch stets vor ihnen liegt, wohin sie sich auch wenden wögen, mit einem Worte, der Vogel hat ohne Flügelschlag eine Flugbewegung, zu der er direct nichts weiter thut, als die Flügel auszubreiten. — Ist das Fliegen da eine Kunst? — Wir brauchen durch Steuerkraft uns nur in der Höhe zu halten, dann haben wir zugleich stete Zugkraft gewonnen! Es ist thatsächlich zutreffend, dass wenn man einen kreisenden Vogel so schiessen könnte, dass er tot und starr im Gleichgewicht bliebe, er ruhig kreisend fortschweben würde, bis er die Erde berührte, und da der Vogel beim Schweben sehr wenig Höhenverlust hat, so kann das ziemlich

lange dauern. Eine geringe Hülfekraft würde diesen Flug völlig unterhalten."

Hauptmann Halla hat nun doch Das fertig gebracht, was ich nicht gewagt habe zu glauben, und hat den Vogel tot so in die Luft gelegt, dass er als leblose Masse weitergeschwebt ist. — Was ich vorher nur im Geiste theoretisch gesehen habe, hat er praktisch wahr gemacht. — Dass der Vogel auch in der That tot war, geht zweifellos daraus hervor, dass er nach seiner Verwundung keinerlei Flügelschlag mehr ausführte, während doch jeder angeschossene Vogel aus Leibeskräften mit den Flügeln arbeitet um seinem Verfolger zu entkommen. Eine Bestätigung dieser Thatsache erhielt ich vom Ingenieur Gelinek in Komotau, welcher wiederholt Feldhühner schoss, die starr in der Luft die Flügel ausgestreckt hielten und als tote Masse, ohne Flügelschlag, langsam zur Erde strichen. —

Wenn ich also der Meinung gewesen wäre, die „elastische Spannkraft des Flügelmaterials" solle die noch zum Horizontalfluge nöthige „Hülfekraft" leisten, dann würde ich doch haben schreiben müssen, dass der tote, kreisende Vogel gar nicht zur Erde gelangt wäre, sondern wie ein perpetuum mobile sich immer in gleicher Höhe erhalten hätte, — nein! ich sagte ausdrücklich, — wie sich Jeder in meinem Werke, das in meinem Selbstverlage erschienen ist, überzeugen kann, dass eine geringe „Hülfskraft" diesen toten Vogel völlig in horizontalem Fluge würde erhalten haben, und dass ein schwebender Vogel ohne eigene Hülfekraft Höhenverlust hat, — aber, und das ist eben meine kleine Entdeckung: sehr geringen Höhenverlust, weil meine Spannungsmechanik selbst thätig die grosse Schwebearbeit leistet, der nur noch geringe Hülfskraft fehlt um den Flug völlig zu unterhalten· — Mit Hülfe meiner Theorie wird der Schwebeflug geradlinig, nicht wellenförmig — wie bei Miller-Hauenfels — werden, denn die Wellenbahn zwischen zwei Punkten ist länger, bietet also mehr Widerstände, als die geradlinige Bahn.

Die Natur hat nun einem grossen Theile der Vogelwelt den Wellenflug verliehen, z. B. dem Buntspecht, der Bachstelze, dem Finken, Stieglitz, Hänfling, Sperling, allen Meisenarten etc. — aber hier gleicht die weise Natur das Plus des Widerstandes auf einer Flugreise, gegenüber denjenigen Flugthieren, die diese Reise in gerader Linie ausführen, dadurch aus, dass die Wellenflieger nicht während der ganzen Reisezeit auf ihren Schwingen ruhen, sondern im absteigenden Ast ihrer Wellenflugbahn ihre Flügelflächen an den Leib ziehen und ihre Flügel dadurch entlasten. — Man kann also sagen: während der Hälfte der Reisezeit sind bei den Wellenfliegern die Flügel entlastet, und hierin wird auch wohl der Grund liegen, dass man sagt, die Wellenflieger halten den Flug am längsten aus. —

Dem Herrn Generalrath Platte sage ich für Veröffentlichung seiner Meinung über meine Spannungstheorie meinen Dank, da diese zur Klärung „schwebender Fragen" beiträgt, und theile gleichzeitig mit, dass meine sämmtlichen flugtechnischen Arbeiten neuerdings von den 4 Ingenieuren Gelinek in Komotau, Wanniek in Brünn, Schneider und Widemann in Berlin vom wissenschaftlich mechanischen Standpunkte aus geprüft worden sind, und dass sich diese Ingenieure sämmtlich auf meinen Standpunkt gestellt haben. Ingenieur Schneider arbeitet über seine Prüfung eine Schrift aus, die allen Fachleuten s. Z. zugänglich gemacht werden wird.

Rüdersdorf-Berlin den 26. Februar 1898.

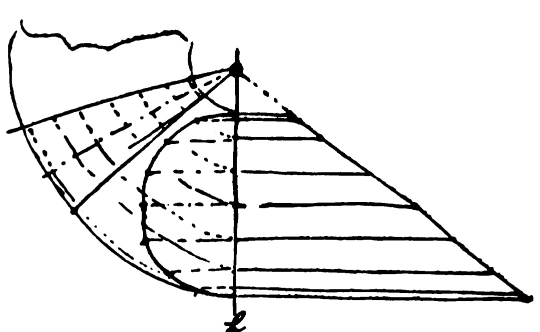
Karl Buttenstedt.

Laut Jahresbericht hat die Florentiner Haupt-Sektion der Königlichen Akademie „La Stella d' Italia", deren Präsident Herzog Carafa di Noja, wie der Sekretär Professor Cavaliere Cava der deutschen Sprache mächtig sind und allen Vorgängen in Deutschland ihre Aufmerksamkeit zuwenden, — nachdem in den letzten Jahren

eine Reihe hervorragender Männer der Wissenschaft zu Ehrenmitgliedern ernannt worden ist, — den Bergsekretär Carl Buttenstedt in Rüdersdorf-Berlin in Anerkennnung seiner publicistischen Leistungen über das von ihm in der Vogelflugmechanik und im Organismus aufgefundene mechanische Princip zu ihrem correspondirenden Mitglied ernannt.

(Wir bringen diese Nachricht, weil Herr Buttenstedt seit Bestehen unserer Zeitschrift Mitarbeiter derselben ist und dieselbe viele unter unseren Lesern interessiren dürfte. Die Redaction.)

Eine einfache Art der Construction von Ballon-Schablonen sowohl kugelförmiger als auch complicirterer Form. Die Schablonen wird man stets am besten so anordnen, dass ihre Kanten in Ebenen liegen, welche senkrecht zu der Rotationsaxe des Körpers gelegt sind bezw. in Cylinderflächen fallen, die conaxial mit dem Rotationskörper sind.



Projicirt man den Körper auf eine zur Axe normale Ebene, so stellen sich die Schablonenkanten als Kreise und gerade Linien dar. Letztere laufen im Projectionspunkt *o* der Axe zusammen. Klappt man auf einer dieser Linien *oh* die erzeugende Figur um, und theilt deren Umfang in derselben Weise, wie die Mittellinie der Schablone, so werden die Projectionsstrahlen dieser Punkte senkrecht zu *h* durch *oh* und oh_1 den Schablonenordinaten ähnlich getheilt. Hat man Platz genug, so kann man die Ordinaten in natürlicher Grösse erhalten.

v. S.

Literarische Besprechungen.

Aventures de guerre 1792—1809. Souvenirs et récits de soldats, recueillis et publiés par Frédéric Masson. Illustrés par F. de Myrbach. Paris, Boussod Valadon, 26, Boulevard des capucines.

Als ich vor einigen Tagen dieses herrlich ausgestattete Werk — Grossquart, bestes Velin-Papier und dazu viele Illustrationen von Myrbach's Meisterhand — zum ersten Male zu Gesicht bekam, ahnte ich nicht, dass darin auch ein sehr schätzenswerthes Capitel für die Luftschiffer enthalten sei. Die ganz lose zusammen gereihten Lebensabrisse und Episoden, enthalten als zweite Erzählung „les aérostats aux armées de la republique d'après les memoires de M. le Baron de Selle de Beauchamp".

In Moedebeck's Handbuch vom Jahre 1887 Seite 157 finden wir bei der zweiten Compagnie Aérostiers als Lieutenant Selle-Beauchamp eingetheilt.

Wir haben es also mit dem Tagebuche eines wirklichen Luftschiffer-Lieutenants zu thun. Das hat doch historischen Werth. Heute zwar würde man einem modernen Luftschiffer-Lieutenant wohl näherliegende Sammlungen von Ansichtskarten zutrauen, als so ein Tagebuch, denn es schildert nicht allein die trockene Aneinanderreihung der Kriegsereignisse, sondern erzählt freudigen Muths heitere Situationen und Liebesabenteuer, die der lebensfrohe Beauchamp miterlebt.

Er beginnt seine Geschichte wie er als blutjunger unerfahrener Freiwilliger mit noch ca. 25 Kameraden von Paris nach Maubeuge im Frühjahr 1792 marschiren musste, welche Stadt gerade von den Oesterreichern belagert wurde. Sie kamen glücklich auf der einzigen noch freigebliebenen Strasse an und machten sich sofort an die Aufstellung des Gasapparates, um ihren 400 m³ fassenden Ballon „l'Entreprenant" mit Wasserstoff zu füllen. Das Wasserstoffgas wurde auf trockenem Wege (Leiten von Wasserdampf über glühendes Eisen) erzeugt, weil die Schwefelsäure nicht in so grossen Quantitäten aufgebracht werden konnte.

Man hatte in Maubeuge eine geringe Meinung vom Muthe dieser neuen Soldaten und Coutelle musste daher unter diesen Gasungsarbeiten auch einen Ausfall mitmachen, damit seine Truppe die Feuertaufe erhalte.

Nun schildert Beauchamp die erste Auffahrt unter dem Donner der Kanonen, den Eindruck hier und dort, die Gefahren, welche das Beschiessen des Ballons von Seite der Oesterreicher mit sich brachte und wie dann später der gefüllte Ballon in Nacht und Nebel nach dem 12 Stunden entfernten Chaleroi beim österreichischen Lager vorbei geschleppt wurde. Die Ereignisse wurden ja in allen Werken über Luftschiffahrt, ich erwähne nur neben Moedebeck das Buch von Henri de Graffigny, den Aufzeichnungen Beauchamp's nacherzählt und ich will weiter nicht in die Wiedergabe der einzelnen Begebenheiten eingehen. Ich will nur noch erwähnen, dass ein Ballon nach den Erzählungen Baron Beauchamp's nach der Schlacht von Würzburg am 3. September 1796 in die Hände der Oesterreicher fiel und dass im Heeres-Museum der k. und k. österreichischen Armee im Arsenale zu Wien wirklich ein completer Ballon sammt Netz und Gondel noch gut erhalten als Sieges-Trophäe des Krieges 1796 in Deutschland prangt.

Der bekannte Schlachtenmaler von Myrbach konnte daher nach dieser naturgetreuen Vorlage die vielen Bilder und Bildchen des Prachtwerkes mit Künstlerhand ausführen und ausgestalten.

Mich interessirte nun vor Allem, ob der im Heeresmuseum aufbewahrte Ballon wirklich vom Jahre 1796 herstammte und welchen Namen derselbe führte, zumal doch für uns Luftschiffer-Officiere dieses so seltene Siegeszeichen besonderes Interesse erwecken musste.

Mit Hilfe der Aufzeichnungen des Custos und Conservators des Heeresmuseums Herrn Dr. Erben konnte ersteres nicht unschwer nachgewiesen werden.

Den Namen festzustellen gelang durch das Handbuch Moedebecks S. 154—159.

In Würzburg wurde bekanntlich die 1. Compagnie Aérostiers eingeschlossen; dieselbe hatte, da sie im Frühjahr 1796 den Ballon „l'Entreprenant" an die 2. Compagnie, welche bei der Armee Moreau's eingetheilt war, abgegeben hatte, aus Chalais-Meudon die gerade neu hergestellten Ballons „Intrépide" und „Hercule" zur Verfügung.

Da der Ballon „Hercule" nach unten kegelförmig gebaut war — (Dr. Posselt, politische Annalen Stück 8, Jahrgang 1796) — der Ballon im Heeres-Museum aber beinahe eine vollkommene Kugel (d = 9.80 m) ist, kann derselbe nur den Namen Intrépide besitzen.

Ueber diesen Ballon wird Herr Oberlieutenant Dr. Johann Kozminski, von der militär-aëronautischen Anstalt, einige sehr interessante Daten veröffentlichen, welche gelegentlich der Revidirung des Intrépide aufgenommen wurden.

Das Werk Aventure de guerre 1792—1809 ist also auch für die Luftschiffer-Bibliotheken ein Schatzkästlein.

Hinterstoisser, Oberlieutenant.

Vereinsnachrichten.

Wiener Flugtechnischer Verein.

Tages-Ordnung
der Vereins-Versammlung vom Freitag, den 18. Februar 1898.

Geschäftliche Mittheilungen.

Vortrag des Herrn Ingenieur Wilhelm Kress: **„Ueber dynamische Luftschifffahrt mit Vorführung freifliegender Apparate“.**

Am 15. März Vortrag des Herrn Carl Steffen, Postmeister in Röhrsdorf, **„Wann und wie werden wir fliegen“.**

Am 5. April Vortrag des Herrn k. k. Oberlieutenant Franz Hinterstoisser, Commandant der k. k. militär-aëronautischen Anstalt, über **„Ballon-Simultanfahrten“.**

Tages-Ordnung der 2. ordentlichen Versammlung des „Dädalos“,

Internationaler Verein zur praktischen Förderung der Flugtechnik, Hamburg

am Sonnabend, den 22. Januar 1898, Abends $8^1/_2$ Uhr, in Schwencke's Restaurant, Dammthorstrasse 33/34.

1. Ueber die zum Betriebe eines dynamischen Flugapparates nothwendige Kraft; Vortrag von A. Stenzel.
2. Aufnahme neuer Mitglieder.
3. Statuten-Berathung.
4. Vorstands-Wahl.
5. Mittheilungen über aëronautische Angelegenheiten: A. Stenzel.

Der **„Dädalos“**, Internationaler Verein zur praktischen Förderung der Flugtechnik, Hamburg, hielt am Sonnabend, den 22. Januar seine 2. sehr zahlreich besuchte Versammlung in Schwencke's Restaurant, Dammthorstr. 38/34, ab. Maschinenfabrikant Arthur Stentzel hielt zunächst über das für die Aëronautik wichtigste Thema: „Ueber die zum Betriebe von dynamischen Flugapparaten nothwendige Kraft“, einen lehrreichen Vortrag. Von den verschiedenen Arten des Vogelfluges ausgehend uud die an den Vögeln gemessene Kraft bei der einfachsten Flugform, dem Streckenfluge, als Basis annehmend, legte Redner dar, mit welcher Kraft der normale Mensch begabt und wie unendlich weit diese von derjenigen der Vögel entfernt sei. Aus diesem Grunde sei die Verwendung eines Motors für den Menschen unerlässlich und die Kraft desselben müsse nach zahlreich angestellten Vergleichsrechuungen bei einem Mindestgewicht des ganzen Apparates (ohne Führer) von 80 kg schon 4,5 HP betragen. Die auf höchstens $^1/_4$ HP zu veranschlagende Menschenkraft sei hierbei völlig belanglos und ihre alleinige Anwendung führe naturgemäss leicht zu Unglücksfällen (Lilienthal). Man dürfe das Fliegen nicht am falschen Ende anfassen und gleich zu den vollkommensten Flugformen, dem Segeln und Kreisen, übergehen, sondern man solle zuvörderst das einfache Fliegen lernen. Der hierzu nöthige starke Motor existire aber, trotz mancher gegentheiliger Behauptungen, noch nicht, und Sache der Technik sei es, ihn bald zu schaffen, was bei dem jetzigen Stande des Automobilismns durchaus im Bereiche der Möglichkeit liege. Redner fasste schliesslich das Gesagte in den kurzen wichtigen Satz zusammen: „Der Mensch muss mit seinem Verstande fliegen, nicht mit seiner Kraft.“ Dem Vortrage wurde allseitiger Beifall gespendet. — Es reihte sich hieran die Berathung

des Statuten-Entwurfes und an diese die Vorstandswahl, nachdem der bisherige provisorische Vorstand sein Amt niedergelegt hatte. Zum geschäftsführenden Director (Vorsitzenden) wurde Maschinenfabrikant A. A. Stentzel, zum Schriftführer Heylbut und zum Cassirer Consul Scheil gewählt. Der Verein hatte den erfreulichen Zuwachs von 10 neuen Mitgliedern an diesem Abend zu verzeichnen, sodass der Gesammt-Mitgliederbestand jetzt schon 30 beträgt. In der am 1. Februar stattfindenden nächsten Versammlung wird Herr Klünder einen Vortrag über sein Nordpol-Project halten.

Angemeldet waren am 24. Januar bereits wieder 5 neue Mitglieder.

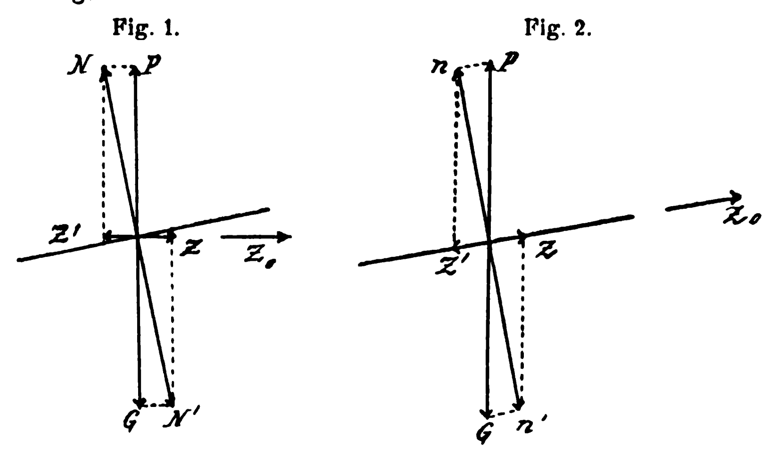


Ein Universal-Drachenflieger mit rotirenden Tragflächen.

Von **Willibald Karos.**

In dem Drachenfluge hat man seit langer Zeit die einfachste und vollständig entsprechende Art der maschinellen Fortbewegung in der Luft erkannt. Derselbe beruht auf dem Principe der schiefen Ebene. Eine gegen die vorwiegend horizontale Flugbahn etwas geneigte Tragfläche erfährt bei der Vorwärtsbewegung einen Luftwiderstand, dessen verticale Componente, der Auftrieb, dem Gewichte entgegenwirkt und die Last schwebend erhält. Die horizontale, rückwirkende Componente des Luftwiderstandes und der Stirnwiderstand werden hierbei durch motorische Kraft überwunden.

In den beiden folgenden Figuren sind die wirkenden Kräfte und deren Gegenkräfte dargestellt. Der zweite Fall, in dem die propellirende Kraft nicht horizontal, sondern in der Richtung der Fläche wirkt, ist der naturgemässere. Hinsichtlich der zu leistenden Arbeit sind beide Fälle nahezu gleichwerthig.



$N = N'$ = Normaldruck. G = Gewicht. P = Auftrieb. Z = Zugkraft für die Drachenwirkung. Z_0 = Zugkraft zur Ueberwindung des Stirnwiderstandes.

Die Zweckmässigkeit des Drachenfluges für die Praxis beruht vor allem darauf, dass die Tragfläche bei entsprechend grossem Ausmasse als Fallschirm dienen kann und dadurch ein jähes Herabstürzen aus der Höhe gänzlich ausschliesst; ferner darauf, dass sie während des Fluges voll und gleichmässig ausgenützt wird und keine wechselnden Beanspruchungen auftreten.

In dem Drachenfluge sind auch, was die technischen Hilfsmittel anbelangt, keine unüberwindlichen Schwierigkeiten zu erblicken.

Die Vorrichtungen aber, welche für den Drachenflug bisher vorgeschlagen wurden, erfüllen nicht die Bedingungen, welche für die praktische Ausführbarkeit des Drachenfluges gestellt werden müssen.

Denn aus dem Wesen des Drachenfluges geht hervor, dass die Wirksamkeit der Tragfläche an die rasche Ortsveränderung in der Luft gebunden ist, der Drachenflieger daher nicht im Stande ist, von einem Punkte des Bodens aus, bei ruhiger Luft, den Flug zu beginnen, da er in der Luft keinen festen Halt fassen kann. Desgleichen ist er auch nicht im Stande, mit der Endgeschwindigkeit Null an einem Punkte des Bodens anzulangen.

Diesen Uebelständen zu begegnen, müsste der Drachenflieger am Boden einen Anlauf nehmen. Nur dadurch könnte er die für den Flug nöthige Geschwindigkeit erlangen. Zum Zwecke des Landens müsste er tangentiell am Boden anfahren und die mitgebrachte Fluggeschwindigkeit auslaufen.

Beides ist mit grossen Hindernissen verbunden, das Landen sogar mit Gefahr. Zur Vermeidung derselben müsste ein weites, freies, ebenes Terrain zur Verfügung stehen.

Ein Landen nur mit Benützung der Fallschirmwirkung würde eine Gefahr für den Bestand des Apparates, wahrscheinlich auch für die persönliche Sicherheit der Insassen bedeuten.

Der Drachenflug muss daher als richtig und zweckmässig angesehen werden, bleibt aber solange ein Ideal, als nicht den praktischen Bedürfnissen Rechnung getragen werden kann.

Wenn es dagegen gelingt, die Hauptschwierigkeiten des Auffliegens vom Boden und des ruhigen und sicheren Landens zu bewältigen, so kann das Problem des maschinellen Fluges als gelöst betrachtet werden; wenn auch der Flug von noch so kurzer Dauer ist. Denn einer längeren Ausdehnung des Drachenfluges steht dann nichts mehr im Wege, als die weitere Vervollkommnung der technischen Hilfsmittel.

Wegen dieser für die praktische Anwendung so empfindlichen Nachtheile des Drachenfliegers ist man von demselben und dem Drachenfluge überhaupt, vielfach abgegangen. Man hat Vorrichtungen ersonnen, welche unabhängig von der horizontalen Geschwindigkeit auch auf der Stelle die Tragwirkung ermöglichen sollen, so dass man nicht mehr gezwungen sei, den Boden zum Anlauf zu benützen, um in der Luft festen Halt zu gewinnen; desgleichen beim Landen zum Auslaufen der mitgebrachten Fluggeschwindigkeit.

Naturgemäss wandte man für diese Zwecke die Rotation der Tragflächen an.

Bei der Ausführung von Versuchen mit solchen Apparaten, zu denen in erster Linie die Schraubenflieger zu zählen sind, haben sich aber unüberwindliche Schwierigkeiten ergeben. Es war nicht möglich, durch motorische Kraft einen Auftrieb zu erzielen, welcher den Flugapparat mit seinem Motor emporgehoben hätte. Diese Schwierigkeit ist auf den Umstand zu-

rückzuführen, dass eine Fläche, welche an derselben Stelle auf die Luft constant stossend einwirkt, viel ungünstiger wirkt, als wenn sie gleichzeitig den Ort verlässt. Denn nun bewirkt sie eine Störung der Luft, eine abwärts gerichtete Strömung, seitliche Wirbelbewegung, und hat keine Fernwirkung. Wegen des bedeutenden Ausweichens der Luft ist ein übergrosser Arbeitsaufwand nöthig, um die gewünschte Reaction zu erzielen. Ein Motor, der diese Arbeit zu leisten hätte, könnte infolge seines grossen Gewichtes nicht mit emporgehoben werden.

Da alle Versuche, welche dahin streben, in der Luft festen Halt zu gewinnen, ohne in rascher, fortschreitender Bewegung begriffen zu sein, noch zu keinem praktischen Resultate geführt haben, ist dieses Ziel von den Anhängern des Drachen- und Segelfluges als Utopie hingestellt worden.

Als ich mich mit der Frage beschäftigte, welche Anordnung der Tragflächen für den maschinellen Flug geeignet sei, schwebte mir folgendes vor Augen.

1) Für die Fortbewegung in der Luft selbst ist an dem Princip des Drachenfluges festzuhalten. Derselbe wird durch motorische Kraft unterhalten. Die Tragflächen bieten bei entsprechend grossem Ausmasse verhältnissmässig die grösste Sicherheit gegen das Herabstürzen.

2) Damit die Vorrichtung jederzeit unabhängig für den Flug geschaffen sei, muss zu jenen Zeiten, wo das Princip des Drachenfluges nicht durchführbar ist, nämlich beim Flugbeginn und bei Beendigung des Fluges die Tragschraubenwirkung ermöglicht werden. Der Apparat muss, am Boden stehend, in der Luft festen Halt fassen können, um sich zu erheben und in der Luft selbst die für den Flug nöthige Horizontalgeschwindigkeit zu erlangen. Der Apparat muss, wenn er sich zum Zwecke des Landens dem Boden nähert und schliesslich fallschirmartig langsam herabsinkt, noch vor Berührung des Bodens einen genügend starken Auftrieb erfahren, der die Fallgeschwindigkeit hemmt und auf Null bringt.

3) Wenn man die geeignete Vorrichtung hat, die den beiden gestellten Anforderungen entspricht, so handelt es sich nunmehr darum, der Hauptschwierigkeit des maschinellen Fluges entgegenzutreten. Diese besteht in der Ermöglichung eines vorübergehend grossen Arbeitsaufwandes, um das Emporheben des Apparates und die Einleitung des Fluges zu bewirken. Diese Arbeit kann von einem mitzunehmenden constant wirkenden Motor nicht geleistet werden.

Will man dennoch auf rein dynamischem Wege zum Ziele gelangen, so muss man die gesammte, für den Aufflug erforderliche Arbeitsmenge vor Beginn des Fluges auf geeignete Art accumuliren, so dass dieselbe nach Bedarf mit grossem Effecte abgegeben werden kann; d. h. mit andern Worten: Es muss ein hohes Pontential mit hoch gespannten Kräften geschaffen werden, wie dies z. B. bei Anwendung stark comprimirter Luft der Fall ist.

Das Landen würde absolut keine Schwierigkeiten mehr machen, denn bei diesem handelt es sich nicht wie beim Auffluge um einen bedeutenden Arbeitsaufwand zur Hebung der Last auf eine genügende Höhe, sondern nur darum, dass unmittelbar vor dem Landen eine fallhemmende Auftriebswirkung erzielt wird.

Bei dem nach diesen Principien ausgeführten maschinellen Fluge würde der Anfang und das Ende der Flugbahn folgendermassen charakterisirt sein:

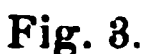
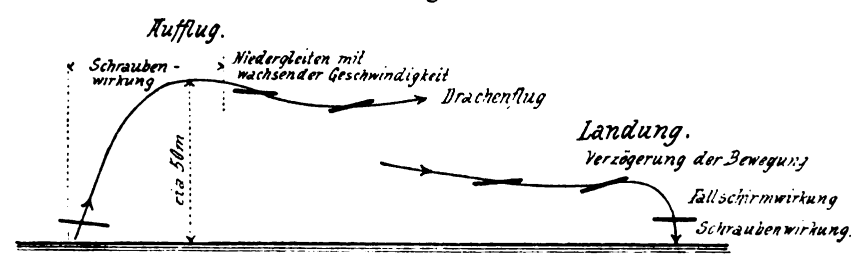


Fig. 3.



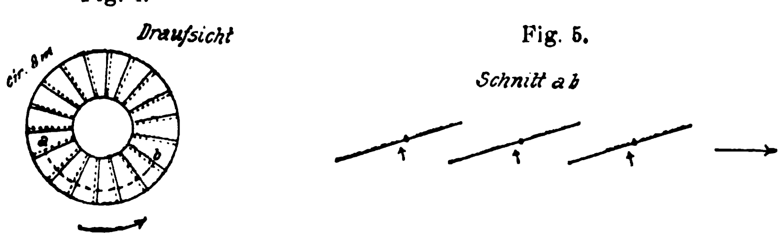
Die Erfüllung der ersten zwei Bedingungen hinsichtlich der Anordnung der Tragfläche, ergab sich in folgender Weise.

Die Tragfläche soll nach Bedarf als Drachen wirken und auch die Schraubenwirkung zulassen. Eine Combination ist unrichtig. Nur wenn dieselbe Tragfläche zu Zeiten diese beiden Wirkungen ausübt, wird sie jederzeit voll und gleichmässig ausgenützt.

Eine solche Universal-Tragfläche ist nur dadurch denkbar, dass aus einer kreisrunden Fläche durch radiale Untertheilung eine Art ringförmiger Jalousie gebildet wird, deren Theile gleichmässig verstellbar sind; so dass beim Oeffnen die Schraubenform hergestellt wird, beim Schliessen die ebene Form.

Wird diese Fläche in geöffnetem Zustande um eine verticale Achse rotiren gelassen, so wirkt sie als Luftschraube in verticalem Sinne, in geschlossenem Zustande ist sie als Aëroplane verwendbar.

Fig. 4. Fig. 5.



Freilich sticht sowohl die Schraubenform, als auch die Form der Aëroplane von denjenigen Formen ab, die man theoretisch als besonders günstig erkannt hat; doch um allen praktischen Bedürfnissen Rechnung zu tragen, braucht es wohl nicht auf die in jedem einzelnen Falle günstigste Form anzukommen. Uebrigens sind diese Mängel nur scheinbar, wie im weiteren etwas näher dargethan wird.

Die beigefügte Skizze veranschaulicht im allgemeinen die Anordnung einer Flugvorrichtung mit Anwendung solcher Universal-Tragflächen.

Die beiden Räder *A* und *B*, an denen diese Tragflächen befestigt sind, sind durch eine geeignete Tragconstruction in Verbindung gebracht. Diese hat den Motor, die Person, etc. aufzunehmen, ist vorne mit Propellern, rückwärts mit einem Verticalsteuer zur Lenkung, und zwei symmetrischen, um ihre Längsachsen drehbaren Steuern *s* für die Neigungsänderung der Flugbahn ausgestattet.

Ich unterlasse es, näher auf die Construction einzugehen, denn es handelt sich jetzt nur um allgemeine Gesichtspunkte.

Die Verstellung der Jalousien muss natürlich während der Drehung der Räder vorgenommen werden können, zu welchem Zwecke eine geeignete Verstellungsvorrichtung mit einer Hülse in Verbindung steht, welche längs der Radwelle verschiebbar ist. Die Theile der Jalousien sind etwas excentrisch befestigt, so dass infolge des von unten wirkenden Luftdruckes die Jalousien sich beim Schweben selbstthätig schliessen.

Fig. 6.

S = Schwerpunkt der angehängten Last.

Fig. 7.

A, *B* Tragflächen.
T Tragconstruction.
P Propeller.
St Steuer für die Richtungsänderung.
s Steuer für die Neigungsänderung (in verticaler Lage wirkungslos).

Eine solche Universal-Tragfläche bietet ausser ihrer Verwendbarkeit als Schraube und Aëroplane noch folgende Vortheile.

Die notwendige, bedeutende Flächenentwicklung bedingt einen bedeutenden Durchmesser der Räder. Solche Räder lassen bei mässiger Tourenzahl eine bedeutende Umfangsgeschwindigkeit zu, ohne eine übermässige Fliehkraft zur Folge zu haben. Letztere nimmt bei gleichbleibender Umfangsgeschwindigkeit und zunehmendem Radius ab. Die Räder können daher vorzüglich als Schwungräder dienen, zur Aufspeicherung von Energie in Form von lebendiger Kraft.

Diese Bewegungsenergie der Räder kann auf vortheilhafte Weise sowohl beim Auffluge als auch beim Landen benutzt werden; also immer, wenn sich der Motor, der nur den Drachenflug zu unterhalten hat, für die Schraubenwirkung als viel zu schwach erweist. Die Schraubenwirkung kann auf Kosten der lebendigen Kraft der Räder mit bedeutendem Arbeitsaufwande erfolgen.

Einen zweiten, noch grösseren Vortheil bietet ein solches Rad, wenn es sich um die Ausführung des Drachenfluges handelt. Wenn man ein solches Rad wähend des Drachenfluges, also bei geschlossener Jalousie mit mässiger Geschwindigkeit rotiren lässt, so tritt die Kreiselwirkung auf. Die Räder haben das Bestreben, sich in ihre Ebene weiterzudrehen; ein zufälliger Luftstoss wird sie nicht aus der ihnen gegebenen Neigung bringen können.

Ein gewöhnlicher Drachenflieger mag wohl bei entsprechend tiefer Schwerpunktslage unter dem Druckmittelpunkte (im Verhältniss zur seitlichen Ausladung der Tragfläche) eine ansehnliche Stabilität besitzen. Bei unruhiger Luft kann aber ein zufälliger Luftstoss ein bedeutendes Schwanken verursachen; dies namentlich dann, wenn die Tragflächen stark seitlich ausladen, oder wenn mehrere Tragflächen hintereinander angeordnet sind, weil der Luftstoss an einem langen Hebelarm wirkt. Selbst ein Kippen des Drachenfliegers ist nicht ausgeschlossen.

Auch dies ist ein Uebelstand, den man dem reinen Drachenflieger vielfach vorwirft. Ein reiner Drachenflieger ist thatsächlich nicht nur keine unabhängige Flugmaschine, sondern, wie häufig behauptet wird, machtlos dem Einflusse der unregelmässigen Luftstösse ausgesetzt.

Durch die Rotation der Tragflächen, richtiger der Tragräder, wird demnach zur Sicherheit und Gefahrlosigkeit des Drachenfluges in hohem Masse beigetragen.

Es ist wohl nicht anzunehmen, dass die besprochenen Vortheile der Universal-Tragfläche bestritten werden. Dagegen sind Einwände vorauszusehen, die sich auf die einzelnen Formen dieser Anordnung beziehen.

Denn sowohl die Form der Schraube, als auch die der Drachenfläche weicht von den von der Theorie als günstig bezeichneten Formen ab. Es ist aber nicht schwer, darzuthun, dass die kreisrunde Form in praktischer Hinsicht etwas für sich hat.

Die Theorie, gestützt auf Erfahrung und Vorkommnisse in der Natur, verlangt, dass die Tragfläche vorliegend quer zur Flugrichtung, also seitlich auslade, in der Flugrichtung aber relativ schmal sei. Dies steht im engen Zusammenhange damit, dass eine Tragfläche, je rascher sie den Ort verändert, um so mehr an Tragfähigkeit gewinnt, dass die Tragfläche eine immer günstigere Fernwirkung erhält, indem der Stoss auf grössere Luftsphären übertragen wird.

Es macht den Eindruck, als ob die Fläche im Sinne der Fortbewegung an Dimension gewinnen würde. Daraus folgt unmittelbar, dass man die Fläche in der dazu senkrechten Richtung, also seitlich, möglichst ausgiebig dimensioniren solle, weil dann die günstige Wirkung proportional mit dieser Flächenerstreckung zunimmt.

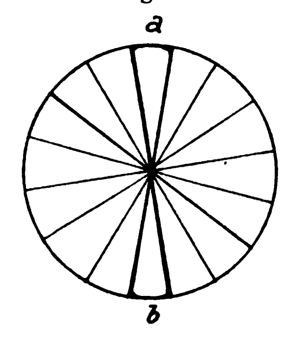
Praktisch ist aber eine derartige, ungleichmässig ausladende Anordnung nur in engen Grenzen durchführbar, denn mit derselben ist eine ungünstige Festigkeitsbeanspruchung, mithin ein grösseres Eigengewicht der Flächenconstruction verbunden.

Man hat auch vorgeschlagen, zwei solche seitlich ausladende Flächen hintereinander anzuordnen, um an Fläche zu gewinnen. Dies kommt aber nahezu einer Verbreiterung in der Flugrichtung gleich.

Einer solchen Flächencombination steht die Anordnung zweier kreisrunder Tragflächen nebeneinander auch theoretisch kaum nach.

Mit Bezug auf die Schraubenform könnte man einwenden, dass eine jalousieartige Anordnung der Flächen ungünstig sei, weil die unmittelbar aufeinander folgenden Theile sich in ihrer Wirkung stören, und dass nur die Anwendung von wenigen, schmalen Flügeln günstig sei. Dieser Gegensatz ist in der nachstehenden Figur veranschaulicht.

Fig. 8.



Die Ausfüllung zwischen den schmalen Flügeln *a* und *b* durch weitere Flügel schliesst allerdings deren Wirkung als Drachen bei der Rotation aus. Jeder einzelne Theil wird jetzt bedeutend ungünstiger wirken, als die ursprünglichen 2 schmalen Flügel, jeder für sich. Der Werth der Flächeneinheit ist jetzt bedeutend geringer. Daraus folgt aber nicht, dass die ganze Fläche jetzt ungünstiger wirke, als die ursprünglichen 2 schmalen Flügel. Im Gegentheile, die ganze Fläche wird zur Erzielung des gleich grossen Auftriebes weniger rasch zu rotiren brauchen, als die 2 schmalen Flügel. Wenn dennoch ein etwas grösserer Arbeitsaufwand nöthig sein sollte, so wäre dies nur auf die grössere Luftreibung zurückzuführen.

Auch ist die Ausfüllung mit keiner Vergrösserung des Eigengewichtes verbunden, denn die einzelnen Theile werden in demselben Masse, als ihre

Zahl wächst, durch die zu tragende Last weniger beansprucht und können demnach schwächer gehalten sein.

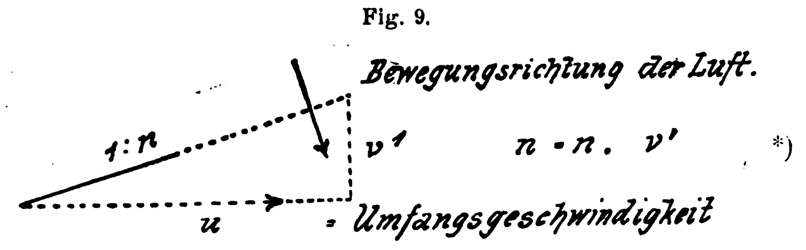
Die Wirkung einer derartigen, vollen Jalousieschraube wäre auf folgende Art zu beurtheilen:

Sind die einzelnen Theile niedergelegt, d. h. die Jalousie geschlossen, so würde die Fläche unter dem Einflusse der gegebenen Belastung mit einer Geschwindigkeit v vertical sinken, die sich aus der bekannten Relation

$$P = G = \frac{\gamma}{g} \cdot F \cdot v^2 \text{ ergiebt.}$$

Es entsteht nun die Frage: Wie rasch muss diese Schraube rotiren, um die gegebene Belastung schwebend zu erhalten? richtiger: Mit welcher Geschwindigkeit v' muss die Luft durch die Schraube abwärts getrieben werden? Die Anfangsgeschwindigkeit der Schraube wird dann von der Neigung der Jalousietheile abhängen.

Fig. 9.



Versuche, die ich angestellt habe, haben ergeben, dass v' ungefähr gleich v sein muss; d. h. mit anderen Worten: Wenn diese Jalousieschraube bei ihrer Rotation das Gewicht G schwebend erhalten soll, so muss sie mit ungefähr derselben Geschwindigkeit v' sich in die Luft aufwärts schrauben, beziehungsweise die Luft abwärts treiben, mit der sie bei geschlossener Jalousie, durch die Wirkung der Last G sinken würde.

Die Arbeit pro Zeiteinheit zur Erzielung des Aufstriebes $P = G$, wäre demnach $G.v'$.

Da diese Schraube, wie im vorstehenden erörtert wurde, nur vorübergehend, nämlich beim Aufflug und beim Landen zu wirken hat, und hierbei accumulirte Arbeit aufgewandt werden soll, so kommt es hauptsächlich darauf an, dass der Aufstieg möglichst rasch erfolge, damit die verlorene Arbeit (pro Zeiteinheit $G.v'$) möglichst klein werde. Dafür wird die Nutzarbeit, nämlich die Hebung der Luft umso grösser werden. Zu diesem Zwecke ist ein anfänglicher, starker Ueberdruck nach oben erforderlich, welcher der Last die zum Aufstiege nöthige anfängliche Beschleunigung ertheilt.

Nach dieser theoretischen Untersuchung der neuen Anordnung will ich auf die Anwendung derselben für die Praxis übergehen.

Vor allem ist eine forcirte Arbeitsleistung für die Schraubenwirkung nothwendig. Es muss eine Accumulation bei hoch gespannten Kräften zur

*) Statt n ist natürlich $u = n.v'$ zu lesen; der Fehler hat sich leider aus der Zinkätzung nicht mehr beseitigen lassen.] D. Red.

Durchführung gelangen; die aufgespeicherte Arbeit muss rasch, d. h. mit grossem Effecte abgegeben werden. Der naheliegenste Gedanke für diesen Zweck ist die Anwendung comprimirter Luft.

Da ich nur den Zweck verfolge, die Bedeutung des Universal-Drachenfliegers zu entwickeln, will ich nicht näher auf die Beschreibung von Accumulation eingehen. Statt dessen möchte ich den Fall untersuchen, in dem die Accumulation ausschliesslich durch den Schwung der Räder bewirkt wird. Denn ich habe die Ueberzeugung gewonnen, dass dieses Mittel zur Vornahme von ersten Flugversuchen vollständig ausreichen würde.

Es würde sich zunächst darum handeln, ein Emporfliegen auf eine genügende Höhe zu bewirken, um dann durch Niedergleiten eine Horizontalgeschwindigkeit zu erlangen und hierauf eine ruhige Landung auszuführen.

Der Apparat sei mit einem leichten Motor von ca. 5 HP ausgestattet. Durch diesen werden die Räder, die einen Durchmesser von 8 m besitzen, solange der Apparat noch am Boden steht, bei geschlossenen Jalousien in immer raschere Rotation versetzt.

Hierbei ist nur die Luft- und Achsenreibung zu überwinden, daher wird es möglich sein, mit diesem leichten Motor eine immer raschere Drehung zu bewirken. Eine Luftschraube mit nicht umlegbaren Flügeln könnte nicht durch einen leichten Motor jene Umfangsgeschwindigkeit erlangen welche für das Emporheben sammt Motor nöthig ist. Der Motor wäre zu schwach, um diese Drehung zu bewirken, beziehungsweise zu schwer, um mit empor gehoben zu werden. Von einer eigentlichen Accumulation, bei Anwendung einer noch grösseren Anfangsgeschwindigkeit könnte keine Rede mehr sein.

Die Räder, die ein bedeutendes Trägheitsmoment besitzen, werden ungefähr 2 Min. lang immer rascher gedreht, bis die mit Rücksicht auf die Fliehkraft zulässige Grenze erreicht ist. Es wird dadurch eine Umfangsgeschwindigkeit zu erreichen sein, welche die für den Auftrieb $P = G$ nöthige Umfangsgeschwindigkeit etwa um das dreifache übertrifft und mithin eine bedeutende Accumulation in Form von lebendiger Kraft zulässt, welche zur Hebung der Last auf ungefähr 40 m Höhe ausgenützt werden kann.

Der Aufstieg erfolgt, sobald die Jalousien geöffnet werden. Dieses Oeffnen darf nicht mit einem Male erfolgen, sondern muss während des Aufstieges, der ungefähr 8 sec. dauert, stufenweise vorgenommen werden, denn sonst würde gleich im ersten Momente ein vehementer Auftrieb hervorgerufen werden, dem die Construction der Räder nicht gewachsen ist; oder letztere müsste übermässig stark ausgeführt und unnützerweise schwer sein.

Der Apparat besitzt, noch am Boden stehend und auch während des Aufstieges, eine etwas vorgeneigte Lage. Dadurch wird sich gleichzeitig mit dem Auftriebe eine horizontale Componente des Luftdruckes geltend machen, welche die horizontale Bewegung einleitet. Auch wird nun der Motor auf die horizontal wirkenden Propeller einwirken gelassen. Der

Aufstieg wird demnach nicht vertical, sondern in einem auswärtsgerichteten Bogen erfolgen.

Während desselben wird natürlich die Rotationsgeschwindigkeit abnehmen; denn auf Kosten der ursprünglichen Energie werden drei Arbeiten geleistet: Arbeit zur Hervorrufung des Luftdruckes, beziehungsweise Auftriebes, Arbeit zur Hebung und Arbeit zur Ueberwindung der Luftreibung.

Wenn die höchste Lage des Flugapparates erreicht ist, werden durch die mitemporgehobene Person, die Jalousien während der Drehung der Räder geschlossen. Nun tritt an Stelle der Schraubenwirkung die Fallschirmwirkung auf. Zufolge der etwas vorgeneigten Lage der Tragflächen und des schon erhaltenen Vortriebes wird ein sanftes Niedergleiten mit wachsender Geschwindigkeit eintreten: Damit ist der Drachenflug eingeleitet.

Derselbe kann nun durch Rückwärtsneigen der Aëroplane und durch die Wirkung der Propeller solange unterhalten werden, als der Motor die für diese Flugart nothwendige, constante Arbeitsleistung zu bieten im Stande ist. Während desselben rotiren die Räder bei geschlossener Jalousie langsam weiter, der Motor hat hierbei nur sehr geringe Arbeit zu leisten. Diese Rotation ist, wie schon gesagt wurde, für die Sicherheit des Fluges wegen der auftretenden Kreiselwirkung von grossem Vortheile.

Gleichzeitig wird dadurch eine genügende Arbeitsmenge für die Bewirkung der Landung vorräthig gehalten. Zu diesem Zwecke wird man sich niedergleitend dem Erdboden nähern, wird die Fluggeschwindigkeit durch Rückwärtsneigen der Aëroplane hemmen, fallschirmartig sinken und kann dann die vorhandene lebendige Kraft der noch rotirenden Räder benutzen, um zuletzt die Schraubenwirkung hervorzurufen. In den letzten zwei Secunden vor dem Auftreffen am Boden brauchen die Jalousien nur geöffnet zu werden. Hierbei wird ein vorübergehend hoher Auftrieb hervorgerufen, denn nun summirt sich die Schraubenwirkung mit der Fallschirmwirkung. Die Fallschirmgeschwindigkeit, die ungefähr 6—7 m beträgt, kann dadurch leicht in den letzten 2 sec. auf 0 gebracht werden. Hierzu wird nur ein geringer Bruchtheil des für den Aufflug erforderlichen Arbeitsaufwandes nöthig sein. Das Landen wird daher unverhältnissmässig leichter auszuführen sein, als der Aufflug.

Auch einer anderen Art von Flugversuchen will ich Erwähnung thun, zu denen sich die angegebene Vorrichtung ganz besonders eignen würde.

Ein kräftiger Motor, der am Boden verbleibt, könnte durch electrische Kraftübertragung das Neigen des Apparates bewirken, wobei die Räder als Schrauben wirken. In diesem Falle wäre keine so grosse Umfangsgeschwindigkeit der Räder nöthig, auch könnte eine grössere Höhe erstiegen werden. Nach erfolgtem Aufstiege könnte man sich von der Zuleitung gänzlich frei machen, die Jalousien schliessen und von der Höhe aus den

Gleitflug vornehmen. Ein leichter, mitgenommener Motor könnte jetzt die mässige Rotation der Räder unterhalten, welche, wie schon angegeben wurde, für die Stabilität während des Gleitfluges und für das Landen erforderlich ist.

Die zuerst beschriebene Art wäre die einfachste Art der Ausführung eines freien, maschinellen Fluges. Doch soll damit nicht gesagt sein, dass nicht eine andere Art von Accumulation für diese Zwecke praktisch verwendbar wäre. Doch bin ich überzeugt, dass die angegebene Art von Accumulation in Form von lebendiger Kraft für die Vornahme von ersten Flugversuchen ausreichen wird. Ich will daher im nachstehenden dasjenige entwickeln, was zur theoretischen Begründung der gemachten Angaben dienlich ist.

Als Ausgangspunkt für eine annähernde Berechnung dient die Fallgeschwindigkeit der Fläche im belasteten Zustande bei geschlossener Jalousie. Diese lässt sich bei gegebener Flächengrösse leicht bestimmen.

Der äussere Durchmesser einer Ringfläche sei 8 m. Dann ist die Fläche des Ringes (wenn $r = \frac{1}{2} R), \frac{\pi}{4} . \frac{3}{4} . 8^2 = 36$ m², beide Flächen zusammen haben 72 m².

Die gesammte Last sei 400 kg, wovon 200 kg auf das Gewicht der Räder entfallen.

Die Fallgeschwindigkeit bei verticalem Sinken ergiebt sich aus der Relation: $P = G = \frac{\gamma}{g} . F . v^2$

$$400 = \frac{1}{8} . 72 . v^2$$

$$v = 6.6, \text{ rund } 7 \text{ m.}$$

Hierbei entfällt auf 1 m² Fläche eine zu tragende Last $\frac{400}{72} = 6$ kg.

Damit durch die Schraubenwirkung ein Auftrieb $P = G$ erzielt werde, muss die Luft durch die Schraube mit ungefähr 7 m Geschwindigkeit abwärts getrieben werden. Diesen Schluss ziehe ich, gestützt auf angestellte Versuche.

Die durchschnittliche Neigung der Jalousie-Flächentheile, wenn sie vollständig geöffnet sind, sei 1:2. Demnach wäre die für den Auftrieb $P = G$ erforderliche Umlaufsgeschwindigkeit (nahe am äusseren Umfange) $2 \times 7 = 14$ m.

Um ein Emporsteigen der Last zu ermöglichen, muss aber anfänglich ein Ueberdruck wirken, welcher der Masse des Apparates Beschleunigung in verticalem Sinne ertheilt. Daher ist anfangs eine grössere Umlaufsgeschwindigkeit erforderlich.

Um für den Zweck des Auffluges das Trägheitsmoment der Räder zur Accumulation zu benutzen, muss dem Rade eine möglichst grosse Um-

laufsgeschwindigkeit ertheilt werden, so zwar, dass die mit Rücksicht auf die Fliehkraft noch zulässige Grenze erreicht wird. Diese wäre 60 m. (Solche Geschwindigkeiten sind bekanntlich in letzter Zeit bei Luftschrauben-Versuchen schon angewendet worden).

Die anfängliche Umlaufsgeschwindigkeit ist also 4 mal grösser, als nöthig wäre, um einen Auftrieb $P = G$ zu erzielen. Bei vollständigem Oeffnen der Jalousien (durchschnittliche Neigung 1:2) würde ein $4^2 = 16$ mal so grosser Auftrieb erzielt werden, und ein Ueberdruck $16\,G - G = 15\,G$. Ein solcher Druck darf gar nicht stattfinden, denn er würde eine Ueberbeanspruchung der Construction zur Folge haben.

Es genügt ein anfänglicher Ueberdruck $p = P - G$, welcher gleich ist G, wonach $P = 2\,G$ wäre. Pro 1 m^2 Fläche entfällt ein Druck von $2 \times 6 = 12$ kg. Um diesen Druck zu erhalten, dürfen die Jalousien zuerst nur theilweise geöffnet werden.

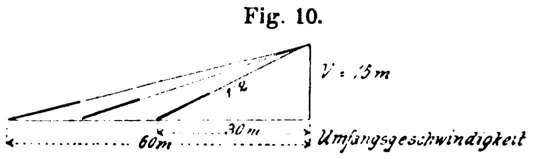
Dieser Ueberdruck p wird die ganze Last in der 1. Secunde 5 m hoch heben, die Steiggeschwindigkeit nach der 1. Secunde wird 10 m betragen. Würde dieser Ueberdruck noch einige Secunden lang fortwirken, so würde die Steiggeschwindigkeit nach der 2. Secunde 20 m, nach der 3. Secunde 30 m gross sein.

In Wirklichkeit aber wird der anfängliche Ueberdruck sehr bald verschwinden und der Auftrieb nur dem Gewichte gleich sein, so dass das Steigen dann mit nahezu constanter Geschwindigkeit erfolgt.

Da die Umlaufsgeschwindigkeit der Räder infolge der geleisteten Arbeit stetig abnimmt, so muss während des Aufstieges das Oeffnen der Jalousien stufenweise oder continuirlich fortgesetzt werden. Durch das Steilerstellen der Flächen wird bewirkt, dass die Schraube während des ganzen Aufstieges nahezu die gleiche Wirkung ausübt.

Die Schraube schraubt sich mit einer axialen d. h. verticalen Geschwindigkeit V in die Luft ein. Dieselbe ist das Product aus Schraubenganghöhe und Tourenzahl (pro Secunde). Man kann das allmähliche Oeffnen der Jalousien so einrichten, dass diese Geschwindigkeit V z. B. 15 m durchschnittlich beträgt.

Fig. 10.



Das wirkliche Aufsteigen resultirt aber aus zwei Bewegungen, nämlich aus dem verticalen Einschrauben in die Luft, mit der Geschwindigkeit V und aus dem gleichzeitigen Sinken. Letzteres kommt der Geschwindigkeit der abwärts getriebenen Luft gleich.

Ersteres erfolgt mit der durchschnittlichen Geschwindigkeit von 15 m, das Sinken mit der schon gerechneten Geschwindigkeit von 7 m. Daraus

resultirt eine wirkliche Steiggeschwindigkeit von 15 — 7 = 7 m. Die geleistete Nutzarbeit, Hebearbeit pro Secunde ist $G \,.\, 8\ \frac{\text{m}}{\text{sec.}}$, die verlorene Arbeit zur Abwärtsbewegung der Luft ist $G \,.\, 7\ \frac{\text{m}}{\text{sec.}}$, also beide einander nahezu gleich. Das heist ungefähr 50% der accumulirten und jetzt aufgewandten Arbeit werden für die Hebung der Last ausgenutzt.

Nun lässt sich die wirkliche Steighöhe berechnen. Theoretisch wäre sie folgende:

G sei das Gesammtgewicht, m die Masse der Räder, mg das Gewicht der Räder ungefähr gleich $\frac{1}{2} G$.

H sei die theoretische Steighöhe, aus der Arbeitsgleichung zu bestimmen:

$$G \,.\, H = \frac{m\, v^2}{2},\ v = 60\,\text{m}$$

$$G \,.\, H = \frac{\frac{G}{2}}{g} \,.\, \frac{v^2}{2},\ G \text{ fällt hinaus}$$

$$H = \frac{v^2}{2\,g} \,.\, \frac{1}{2} = \frac{3600}{20} \,.\, \frac{1}{2} = \frac{1}{2} \,.\, 180 = 90\ \text{m}$$

(180 $m = H'$ für den Fall dass die ganze Last mit der Geschwindigkeit 60 m vertical aufwärts geworfen würde.)

Da nur 50% ausgenutzt werden, ergiebt sich die Steighöhe mit 45 m.

Wie viele Secunden würde dieser Aufstieg dauern, bei der gerechneten, durchschnittlichen Steiggeschwindigkeit von 8 m? $\frac{45}{8} \doteq 6$ sec.

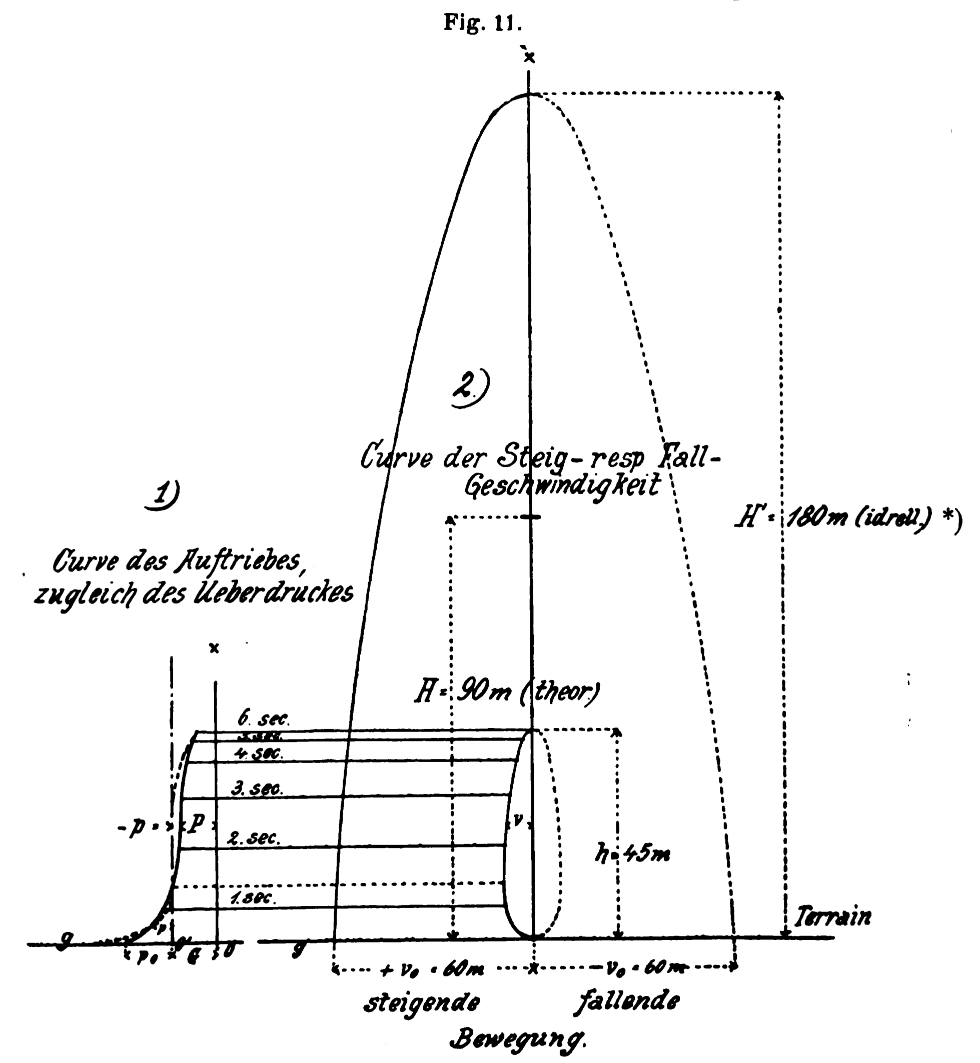
Bemerkenswerth ist noch folgender Umstand: Wenn die Umlaufsgeschwindigkeit von 60 m bis auf 15 m gesunken, also die lebendige Kraft auf $\left(\frac{1}{4}\right)^2 = \frac{1}{16}$ der urprünglichen Grösse vermindert ist, übt die Schraube bei einer Neigung der Flächen von 1:2 noch immer die volle Tragwirkung aus, d. h. $P = G$. Denn die Lufttreibe-Geschwindigkeit ist dann $^1/_2 \times 15 = 7{\cdot}5$ m also immer noch grösser als die erforderlichen 7 m. Daraus folgt: Wenn auch nur ein kleiner Bruchtheil der ursprünglichen lebendigen Kraft noch erhalten bleibt, so genügt dieser um die Landung mit der Endgeschwindigkeit Null zu bewirken.

Um jedes Missverständniss der hier angegebenen Untersuchung zu vermeiden, füge ich die folgende graphische Darstellung der aufsteigenden Bewegung bei. (S. Fig. 11 auf folg. Seite.)

Der Auftrieb, beziehungsweise der Ueberdruck erscheint als Ordinate, die in jedem Zeitpunkte erstiegene Höhe als Abscisse in verticaler Richtung aufgetragen. In der 2. Figur ist auf gleiche Art die Steiggeschwindigkeit

als Function der Steighöhe aufgetragen. Auch ist der Vergleich mit dem verticalen Wurfe ersichtlich gemacht. Die horizontalen Linien deuten die Anzahl der Secunden an, nach welchen die betreffende Steighöhe erreicht ist.

Fig. 11.



P = Auftrieb. p = Ueberdruck = $P - G$. h = wirkliche Steighöhe. v_0 = 60 m für den Fall, dass die ganze Last mit der Geschwindigkeit v_0 vertical aufwärts geworfen würde. v = wirkliche Steiggeschwindigkeit.

Die gestrichelte Linie bezieht sich auf das Sinken und zwar durch Fallschirmwirkung, zuletzt durch Schraubenwirkung.

Zum Schlussse sei mir gestattet, meinen Standpunkt und den Zweck, den ich in vorstehendem verfolgt habe, nochmals zu präcisiren.

Von der Auffassung ausgehend, dass der Drachenflug die einfachste Fortbewegungsart in der Luft sei, welche aber nur dann praktisch durch-

*) Zu lesen: ideell. D. Red.

führbar wird, wenn ein Aufflug vom Boden durch Schraubenwirkung, desgleichen ein ruhiges Landen durch dieselbe Wirkung ermöglicht wird, welcher Bedingung die bisher vorgeschlagenen Drachenflieger nicht entsprechen, so führe ich eine Anordnung eines Drachenfliegers vor, welcher zu Beginn des Fluges und vor dem Landen die Schraubenwirkung zulässt. Dieselbe Tragfläche, welche für den eigentlichen Vorwärtsflug dient, wird auch für die Zwecke des Emporfliegens und des Landens voll ausgenutzt, indem sie nach Bedarf ihre Form der auszuführenden Bewegung anpasst.

Da zu diesen Zwecken ein vorübergehend überaus grosser Arbeitsaufwand nöthig ist, welcher durch einen constant wirkenden, mitzunehmenden Motor nicht geleistet werden kann, so stelle ich das Princip der forcirten Arbeitsleistung durch geeignete Accumulation im allgemeinen auf und gebe eine besonders primitive und zweckmässige Art der Accumulation an, welche sich bei der neuen Anordnung ganz besonders empfiehlt.

Wenn nach diesen Grundsätzen angestellte Versuche insofern gelingen, dass eine Erhebung vom Boden, ein kurzer Vorwärtsflug und ein sicheres Landen durchführbar wird, so steht der weiteren Ausführung des durch constant wirkende Motoren unterhaltenen Drachenfluges keine unüberwindliche Schwierigkeit mehr im Wege und würde es dann nur von der zukünftigen Entwicklung der Technik abhängen, die Flugdauer immer mehr zu verlängern.

Repression und Conpression.

Von **Emil Jacob.**

Noch immer deckt ein geheimnissvolles Dunkel die Vorgänge zwischen Luft und Flugthier beim Schwebeflug, aber auch die Vorgänge beim Flügelschlage sind weit davon entfernt geklärt zu sein.

Die Literatur der Aviatik zeigt einen Zustand, wie ihn etwa die Astronomie vor Kopernikus gezeigt haben mag. Meinungen, Vermuthungen, mathematische Betrachtungen, die mit der Wirklichkeit oft in grellem Widerspruch stehen.

Die Basis des Flugs ist der sogenannte „Luftwiderstand", der aber durchaus nicht immer ein Widerstand ist, sondern auch häufig ein treibendes Agens, wie bei den ohne Flügelschlag gegen den Wind schwebenden und sogar steigenden Raubvögeln.

Zur Erklärung und Messung des Widerstandes haben wir ein Gesetz (Fv^2), welches auf den Newton'schen Urbegriffen von Masse, Beharrungsvermögen, Geschwindigkeit etc. aufgebaut ist.

Dieses Gesetz hat zur Grundlage, dass die widerstrebende Masse, welche aus dem Wege geräumt wird, eine todte blos beharrende Masse ist.

Mit anderen Eigenschaften der widerstehenden Mediums hat man meines Wissens bei den Flugerscheinungen bisher nicht gerechnet. Da-

gegen sind in der Lehre vom Stosse in den letzten Dezennien Arbeiten geliefert, welche die innere moleculare Erschütterung des stossenden und gestossenen Körpers mit in Betracht ziehen.

Versuche zeigten, dass Stösse, besonders bei grösseren Geschwindigkeiten und sehr differirenden Massen nicht mehr nach dem Newton'schen Stossgesetze vor sich gehen.

Ein Theil der Stosskraft nimmt unter Umständen die Form von molecularen Schwingungen an und modificirt die Erscheinung. (Arbeiten von Voigt, Boltzmann, Hansmanringer etc.)

Das Newton'sche Gesetz kann eben nur bestehen, wenn eine starre todte Masse vorausgesetzt wird. Eine elastische Masse ist aber keine todte Masse, sie nimmt nicht allein selbstthätig nach vollendetem Stosse wieder Formen an, die von den in ihr selbst wirkenden molecularen Kräften abhängen, sondern diese inneren Kräfte bewirken auch, wie die angeführten Arbeiten beweisen, einen Bewegungsvorgang, der sich im Innern zwischen den Molekeln abspielt.

Wir vermögen uns eine elastische Masse nicht als eine todte Masse zu denken.

Die neuere Physik ist bestrebt alle innern Kräfte der Masse als kinetische aufzufassen und die Eigenschaften wie Cohärenz der festen Körper, Formänderung der Flüssigkeiten, Druck und Ausdehnung der Gase, auf Bewegungsformen der Molekel zurückzuführen.

Die Aviatik wird aber nicht von den führenden Forschern der Physik betrieben, sondern mehr von Liebhabern aus allen Ständen. Den ersteren scheint das Thema ein noch etwas heikles zu sein. Die anderen scheinen die theoretischen Schwierigkeiten so ungefähr als beseitigt anzusehen und glauben, es sei Zeit mit dem Bau von Flugmaschinen vorzugehen. Die grundlegenden Gesetze, besonders das Gesetz Fv^2 betrachten sie als sicher und unantastbar, besonders da es auch praktisch für constante oder nahe constante Geschwindigkeiten erprobt ist.

Dass nähere Untersuchungen über den Widerstand bei starker Veränderung der Geschwindigkeit fast ganz fehlen — wenn wir von Lilienthals Schlagbewegungsversuchen absehen — ist eine Lücke, an die zu erinnern hier gestattet sein möge. Eine grosse Zahl von Erfahrungen zeigt, dass bei den Flugerscheinungen mit Fv^2 gar nichts anzufangen ist. Auch Helmholtz musste die Erfahrung machen, dass seine im Uebrigen zweifellos richtigen Kalküle mit den Erscheinungen die stärksten Differenzen aufweisen.

Wenn man die gegen Fv^2 streitenden Flugthatsachen einzeln aufführen wollte, so würde es eine stattliche Sammlung werden.

Ich halte es deshalb an der Zeit daran zu erinnern, dass uns nichts nöthigt, die aus dem Wege gestossene Luft als eine blos beharrende todte Masse zu betrachten. Im Gegentheil wissen wir (aus der kinetischen Gastheorie), dass die Eigengeschwindigkeit der Luftmolekel eine sehr bedeutende

Grösse hat, und dass wir deshalb auch mit der innern Energie der Luft zu rechnen haben werden.

Wir dürfen deshalb nicht staunen, wenn wir sehr grosse Abweichungen von einem Gesetze wahrnehmen, welches auf einer ideellen Grundlage aufgebaut ist, welcher die Wirklichkeit durchaus nicht entspricht.

Vor Allem ist doch klar und allgemein bekannt, dass gestossene Lufttheilchen ihre Pressionen nach aussen blitzschnell in grosse Luftmassen weitergeben, und daher entsteht die Frage, ob die nach aussen gegebene Pression wieder nach dem Stosscentrum zurückwirkt, so dass diese Rückwirkung eine Function von dieser grossen Luftmasse ist, durch welche sich der Stoss fortgepflanzt hat.

Wenn man die Flugliteratur darauf hin prüft, so findet man überall Andeutungen, dass auch ferne Lufttheilchen mitwirken, z. B. spricht v. Loessl von einer Corona, welche den Luftcylinder umgiebt und auf diesen zurückdrückt. Seine Gedanken bewegen sich aber in dem Kreise, dass die Geschwindigkeit v, mit welcher sich die Fläche F bewegt, auch die Geschwindigkeit der Luftpartikelchen sei. Eine andere Bewegung kennt er nicht oder ignorirt sie. (Dass diese Corona wieder eine Corona haben müsste, u. s. w. gibt er zwar zu, ohne diesen Umstand aber weiter zu beachten.)

v. Parseval zieht aber an einer Stelle die entferntere Luftmasse in eine Druckrechnung mit hinein (fol. 111), indem er sie ihrer Menge nach berechnet und die Trägheit dieser Masse den Gegendruck ausüben lässt, auch spricht er dabei von einer blitzschnellen Wirkung.

Lilienthal (d. Z. 1895, Seite 43—57) lässt eine Luftschicht von bedeutender Dicke eine Centrifugalkraft ausüben, wobei also von der Fläche entfernte Lufttheilchen beim blossen Vorüberziehen in gekrümmter Bahn aus dieser Entfernung einen Druck ausüben sollen u. s. w., kurz: alle diese Autoren fühlen, dass es nicht damit gethan ist, bloss die den Flugthierflügel streifenden oder von ihm direct verdrängten Lufttheile allein wirken zu lassen.

Aber trotz alle diesem fehlt es noch an einer consequenten Durchführung dieses überall nur spuckenden Gedankens, und ich habe mit meinen dahin gerichteten Bestrebungen bisher nur Widerspruch erfahren.

Um eine völlig sichere Basis in dieser Beziehung zu haben, hatte ich den Weg des Experimentes beschritten und die von einem fliegenden Thier nach aussen ausgeübten Kräfte direct an einer Wage gemessen (d. Z. 1894, Seite 120 und 284). Es zeigte sich, dass wirklich die Kraftbeziehung von dem Flugthier sich in die Ferne erstreckt und — in gewissen Fällen sogar durch die Luft auf die Wände des Gefässes überträgt.[1])

[1]) Es ist zwar (d. Z. 1894, Seite 245) von Mohr bemerkt worden, dies sei ganz natürlich, es bedürfe dazu keiner Fernwirkung und keines Experimentes, um zu wissen, dass eine Fliege in einem geschlossenen Gefässe beim Schwirren noch

Das Experiment muss als vollkommen gelungen bezeichnet werden. Seine Resultate sind nicht allein qualitative, sondern in dem betreffenden Hauptfalle quantitativ scharf und bestimmt.

Zu meiner Verwunderung hat diese Aufhellung der Kraftbeziehung aber die ganze aviatische Welt kalt gelassen. Bloss Lilienthal schrieb mir sein grosses Interesse daran. Man scheint also allgemein noch nicht einzusehen, dass damit der vollkommene Beweis geliefert ist, dass die vom Flugthier ausgehenden Kräfte sich von Luftmolekel zu Luftmolekel — ohne merklich Zeit zu gebrauchen — d. h. strahlend fortpflanzen und unter Umständen auf die begrenzenden Wände wirken, dass es sich also beim Fliegen um keine niedergestossenen Luftmassen, sondern um eine elastische Stossform handelt, welche in die Ferne agirt und von da reagirt. Aus diesem Experiment habe ich die Consequenzen gezogen, welche zur Aufstellung eines Gesetzes für den „elastischen Widerstand" geführt haben, wenigstens für die denkbar einfachste Form der Bewegung, bei welcher dieser Widerstand entsteht, nämlich bei gleichbleibender Acceleration, welche Acceleration dabei auch in die Richtung der Bewegung fällt.

Es bleibt nun zunächst die schwierigere Frage nach der Wirkungsgrösse der Acceleration gegen die Bewegungsrichtung, wie solche — gewissermassen negative — Acceleration als Consequenz meiner Betrachtungen beim Aufschlag des Flügels der Flugthiere statthat.

Hier schien es mir vor Allem nöthig, thatsächliche Unterlagen zu schaffen.

Eine mathematische Betrachtung war umsoweniger zu empfehlen, als die Mathematik den Flugvorgang bisher noch nicht im Geringsten hat aufklären können und alle mathematischen Ergebnisse mit der Wirklichkeit im Kampfe liegen. Eine deutlichere Sprache kann die Natur nicht führen, um uns zu sagen, dass unsere ganze Auffassung in ihrem innersten Wesen falsch ist, und dass es sich darum handelt, eine ganz andere Grundlage,

---

gerade so auf die Wände drücken (wiegen) müsse, wie vorher beim Sitzen. Dies Experiment war auch hauptsächlich angestellt worden, um festzustellen, ob oder dass keine anderen Kraftbeziehungen der schwirrenden Fliege zu Körpern ausserhalb des Glases bestünden.

Im übrigen fand ich das Resultat gerade so natürlich wie er und bin mit den von ihm angeführten Gründen im Allgemeinen einverstanden, aber diese Gründe können sich nur auf das Experiment im Arzneiglase beziehen. Dagegen treffen sie in keiner Weise auf das Experiment in der Glocke zu, welches er völlig ignorirt hat.

Ich habe dieses letztere Experiment später genau erörtert und in der Annahme, dass dies besser sei als eine directe Auseinandersetzung mit Herrn Mohr, letztere unterlassen. Beim geschlossenen Arzneiglase müsste jede Bewegungsform, sowohl ein niedergehender Luftstrom, wie auch eine elastisch sich fortpflanzende Stossform auf das Glas wirken, aber das von ihm ignorirte Experiment in der Glocke ist doch völlig beweisend für die elastische Stossform, welche auch nach oben durch die Luft auf das Glas wirkt.

einen völlig anderen Ausgangspunkt für die Berechnung der Flugerscheinungen zu finden.

Wenn nun auch der „elastische Widerstand“ und das für einen Specialfall desselben abgeleitete Gesetz eine Consequenz des Flugexperimentes und also der Ausdruck einer neuen Thatsache sind, so wollte ich doch nicht in eine weitere mathematische Bearbeitung dieser Gesetze eintreten, sondern lieber die daraus hervorgehenden weiteren Consequenzen wieder experimentell prüfen, um den festen Boden der Thatsachen unter den Füssen zu behalten. Es handelt sich also zunächst um die experimentelle Entscheidung der Frage: Wie wirkt der Flügel beim Flügelaufschlage? und hiermit komme ich zu meinem eigentlichen Thema.

Dass der Luftwiderstand, welcher nach dem Gesetze Fv^2 nur positiv gedacht werden kann, beim Aufschlage des Flügels für den Flug im höchsten Grade hinderlich sein müsste, haben alle Autoren gefühlt und denselben deshalb im Grossen und Ganzen todtgeschwiegen. Das, was darüber zu finden ist, kann man nur als ein Drehen und Wenden bezeichnen, um dieser Unannehmlichkeit zu entgehen — als eine Erklärung kann man es nicht gelten lassen. Ich habe es schon an anderer Stelle ausgesprochen, dass die Marey'sche Entdeckung des sehr viel rascheren Aufschlags (gegenüber dem Flügelniederschlag) einen Keulenschlag gegen die Anschauung ist, als könnte der Widerstand beim Flügelschlag nach dem Gesetze Fv^2 berechnet werden. Da die Schwere stetig wirkt, so würde sich dieser beim Aufschlage des Flügels noch ein sehr bedeutender Luftwiderstand addiren und der Vogel müsste während dieser Periode ausserordentlich viel stärker durch beide vereinte Ursachen beeinflusst werden, als der Augenschein lehrt. Die so bewunderte Stetigkeit beim Fluge müsste sehr leiden.

Wir sehen aber nur eine kaum merkliche Wirkung beim Umsetzen des Flügels im Tiefstand und im ersten Momente der Flügelhebung, aber nicht im Verlaufe der Hebung. Der Impuls des Vogelkörpers nach abwärts vermehrt sich nicht während der Flügelhebung, sondern vermindert sich in dem Verlaufe der Flügelhebung, was mit einem Luftwiderstande Fv^2 absolut unvereinbar ist. Der allgemein üblichen Vogelstrausspolitik, welche hier getrieben wird, ein Ende zu machen, scheint mir der Mühe werth zu sein.

Ich habe deshalb seit einiger Zeit nach möglichst einfachen, hierher gehörigen Experimenten gesucht und schon in d. Z. 1897, Seite 81 ein solches veröffentlicht.

Bei der ausserordentlichen und principiellen Wichtigkeit einer solchen Thatsache halte ich es für passend hier etwas näher auf dasselbe einzugehn.

Ein mit Zeug lose überspannter Drahtring (zweckmässige Dimensionen sind z. B. $2^1/_2$ Millim. Dicke des Drahts, 40 Cent. Durchmesser des Rings) mit 3 nach oben zusammlaufenden Fäden versehen, welcher auf dem Tisch

oder Boden liegend vermittelst der Hand an dem Vereinigungsknoten dieser Fäden gefasst und durch einen momentanen Ruck einen kurzen Stoss (Zug) nach oben erhält, zeigt während des Aufsteigens kein Ansbauchen des Zeugs nach unten, sondern nach oben.

Es ergiebt sich daraus, dass die Gültigkeit des Gesetzes Fv^2 jedenfalls an Bedingungen geknüpft ist, und dass bei Aenderungen dieser Bedingungen Erscheinungen eintreten können, die nach der alten Anschauung völlig unerwartet sind, ja als völlig paradox und widersinnig sich darstellen, indem das Gesetz Fv^2 geradezu auf den Kopf gestellt werden kann. Der Versuch ist so einfach, in die Augen springend und überzeugend, dass dagegen jeder Widerspruch verstummen muss. Er ist auch so leicht anzustellen, dass ihn jeder Aviatiker zu wiederholen nicht unterlassen sollte. Es ist damit dargethan, dass man einen Körper auch so in der Luft bewegen kann, dass er nicht allein keinen Druck gegen die Vorderseite (Repression) von der Luft erfährt, sondern sogar noch einen Druck von hinten, so dass also die Luft an der Fortbewegung des Körpers arbeitet.

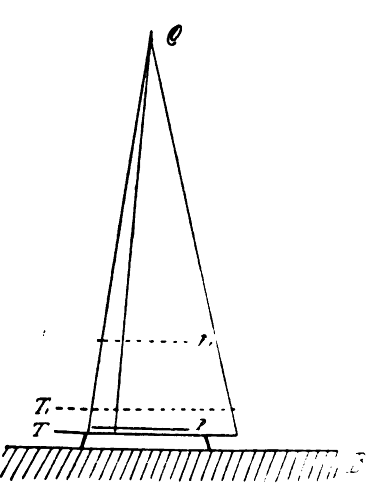
Diesen negativen Druck glaube ich am besten mit Conpression (Druck in der Bewegungsrichtung) im Gegensatze zu Repression (Druck gegen die Bewegungsrichtung) bezeichnen zu sollen, obschon das zu anderen Begriffen verwandte sehr ähnliche Wort „Compression“ hier etwas hinderlich ist.

Eine kurze Bezeichnung halte ich aber für nöthig und die Bezeichnung „negativer Widerstand“ empfiehlt sich noch weniger.

Aus dem Experimente ist zu schliessen, dass, wenn das Zeug während des Aufsteigens des Ringes losgelöst werden könnte, es höher steigen würde als der Ring.

Ich fühle mich aus mehreren Gründen veranlasst, dies noch besonders nachzuweisen und habe deshalb ein zweites Experiment wie folgt, angestellt:

Ein Teller aus Draht von ca. 30 cm Durchmesser, auf zu einem Kranze vereinigten Füsschen ruhend, wie er von den Hausfrauen als Unterlage für Kuchen benutzt wird, steht auf dem Boden (B). Von 3 Punkten seiner Peripherie gehen Schnüre aus, die in C zusammenlaufen und verknotet sind.



Aus Papier schneidet man eine Scheibe P von etwa halbem Durchmesser aus und legt sie mitten auf dem Teller. Ein mit der Hand in C richtig ausgeführter Ruck, welcher den Teller z. B. 5 cm aufsteigen lässt, von T nach T_1, bewirkt leicht ein Aufsteigen des Papieres auf das dreifache, von P nach P_1.

Um den Vorgang rasch zu übersehen ist zu bedenken:

1. Im luftleeren Raum würde die dem Teller ertheilte Geschwindigkeit beide gleich hoch steigen und gleich schnell fallen lassen, indem die Schwere die allein wirkende Kraft ist, welche sie beide mit 9,81 Meter nach abwärts beschleunigt (auch beim Aufsteigen).

Bei einer Steighöhe von z. B. 5 Centim., wie man sie bei einem leichten Stosse erzielt, würde sich aus $v = \sqrt{2\,gh}$ eine Anfangsgeschwindigkeit von 1 Meter berechnen, bei einer Steighöhe von 10 Centim. eine solche von 1,4 Meter.

2. Im lufterfüllten Raum wird nach dem Gesetze Fv^2 zu erwarten sein, dass während des Aufstiegs Schwere und Luftwiderstand in gleichem Sinne verzögernd wirken, auf das Papier aber, relativ seiner geringeren Masse, der Luftwiderstand viel stärker als auf den Drahtteller, und dass deshalb das Papier an den Drahtteller angepresst wird, und zwar so lange, bis die Steighöhe erreicht ist. Dann würde das Papier langsamer fallen als der Teller und sich also von ihm trennen. Auf keinen Fall aber könnte das Papier höher steigen als der Teller.

Das Experiment zeigt nun auf das deutlichste, dass Punkt 2 nicht zutrifft, dass vielmehr ein lebhaftes Aufsteigen des Papiers auf die 3fache Steighöhe des Drahttellers leicht eintritt (z. B. 5 Centim. der Teller und 15 Centim. das Papier).

Die Luft ist hier also, — wenigstens nach vollendetem Stosse — d. h. von dem Zeitpunkte an, wo der Teller seine Maximalgeschwindigkeit erlangt hat, kein Bewegungs-Hinderniss, sondern sie wirkt bewegungsfördernd, sie übt das aus, was ich mit Conpression bezeichnet habe.

Jeder Zweifel, der bei der an den Ring gefesselten Zeugfläche doch noch bleiben könnte, ist hier gehoben, und wir sehen, dass durch die plötzlich eintretende Bewegung einer Fläche in der Luft ein Bewegungszustand der Luft hinter der Fläche hervorgerufen wird, welcher die Luft der Fläche nachstösst, so dass eine darauf folgende Abnahme der Geschwindigkeit der Fläche — wenn sie genügend gross ist — ebenso einen elastischen Widerstand, aber hier nicht Repression sondern Conpression, hervorrufen kann, wie in dem einfachsten Falle der gegen eine ruhende Luftmasse beschleunigten Fläche.

Könnte man annehmen, dass die Geschwindigkeit, mit welcher die Luft der Fläche nachströmt, so gross sei und während des Aufstiegs der Fläche so gross bliebe, wie die Maximalgeschwindigkeit der Fläche, so wäre aus der (negativen) Beschleunigung der Fläche die Conpression ebenso zu berechnen, wie eine Repression, nämlich aus der Formel Fa^2t^3.

Da aber, während die Fläche mit der negativen Beschleunigung $a_{,}$ aufsteigt, auch eine negative Beschleunigung $a_{,,}$ der Luft (welche der Einfachheit halber hier auch constant angenommen wird) statt haben wird, so wird die Compression darzustellen sein durch $F\ (a_{,} - a_{,,})^2 \,.\, t^3$.

Damit also überhaupt eine Conpression stattfindet, muss $a_{,}$ jedenfalls grösser sein als $a_{,,}$.

Das Experiment gelingt sehr schön, wenn man der Fläche eine Geschwindigkeit von 1 Meter giebt, wobei die Schwere die Verzögerung der Bewegung in bekannter Grösse — nämlich 9,81 Sec.-M. — beim Ringe nahezu erreicht, beim Papierblatte nur erstrebt.

Denken wir uns durch einen geeigneten Apparat, oder den hierzu geeigneten Muskel eines Flugthieres eine Fläche (Flügel) mit viel grösserer Geschwindigkeit gestossen, und ebenso statt der Schwere eine sehr viel stärkere Beschleunigung gegen die Bewegungsrichtung angewandt, so wird man auf entsprechende stärkere Druckwirkungen rechnen können.

Ich schätze z. B. die Geschwindigkeit des Taubenflügels an der Spitze nach dem Beginn der Flügelhebung auf über 10 Meter und die Beschleunigung (negative) zu dieser Zeit auf 200 Sec. Meter. (Eine photographische Aufnahme von Marey (La machine animale, Seite 301) zeigt die Abnahme der Geschwindigkeit während des dort dargestellten Flügelhebens einer Taube sehr schön.)

Wer wollte nun angesichts dieser Thatsachen noch die Allgemeingültigkeit des Gesetzes Fv^2 behaupten?

Ist uns hier nicht deutlich gezeigt, wie es das Flugthier macht, um auch beim Heben der Flügel noch seinem Körper einen Impuls nach oben zu geben ohne Rücksicht auf Form und Stellung dieser Flügel? Sind damit nicht alle andern Mittel und Mittelchen, die man sich erdacht hat, um den vermeintlich vorhandenen Widerstand, den die Luft dem Heben der Flügel entgegensetzen sollte, zu vermindern, wie:

1. Verkleinerung der Flügelfläche beim Heben (v. Loessl).
2. Oeffnen von jalousieartigen Klappen (Lilienthal).
3. Drehungen der Flügel um eine Längsachse (v. Dutczynski) u. s. w.

be- und verurtheilt?

Wie einfach und grossartig arbeitet dagegen die Natur! Sie bedarf keiner Complicationen, wie solche der alte Widerstandsbegriff zu construiren nöthigte, damit nicht jedes Begreifen ausgeschlossen schien.

Was sollte auch ein an einer Blüthe schwebender Schwärmer mit starren Flügeln machen, die sich kaum mehr drehen können als eine Thür in 2 Angeln? Punkt 1 und 2 fallen dabei ganz weg. Punkt 3 ist nur sehr beschränkt verwendbar, eine Aufrichtung der Flügelvorderränder ist nicht möglich, nur die Hinterränder können sich etwas aufrichten, um eine Locomotion einzuleiten.

Man darf gespannt sein, ob auch diese Thatsachen einen Widerspruch erfahren und ob man sie zu leugnen oder anders zu deuten versuchen wird.

Kreuznach, den 21. Februar 1898.

Kleinere Mittheilungen.

Die höchsten Drachenaufstiege des Jahres 1897. Die kürzlich erschienene Nummer 1 der vom Blue Hill Observatory seit Anfang dieses Jahres herausgegebenen Bulletins[1]) enthält eine Mittheilung des Herrn Fergusson über die höchsten Drachenaufstiege im Jahre 1897, welche in gleicher Weise wie die früheren auf dem Blue Hill angestellten Versuche dieser Art[2]) wiederum hier besprochen werden sollen.

Die erstaunlichen Resultate, welche man bei den im vergangenen Jahre ausgeführten Experimenten erhielt — gelang es doch, einen Meteorographen fast 8500 m hoch zu bringen, — sind erzielt worden durch andauernd fortgesetzte Versuche über die Construction der Drachen, die Vereinigung von Drachen verschiedener Typen zu einem System, die Verbesserung und Vereinfachung von Hilfsvorrichtungen und nicht zuletzt über die Herstellung eines Registrirapparates, leicht genug, um durch Drachen in grössere Höhen emporgetragen zu werden. Diesen Arbeiten, welche im Jahre 1894 begannen, unterzogen sich neben Herrn Rotch, dem Direktor des Observatoriums, die Herren Clayton, Fergusson und Sweetland.

Nachdem die in den Jahren 1890—94 von Herrn Eddy angestellten zahlreichen Versuche die Ueberlegenheit des sogenannten Malay'schen, d. i. schwanzlosen Drachen, über die Drachen der bisher gebräuchlichen Form dargethan hatten und nachdem ferner die Verbindung mehrerer solcher Drachen zu einem System in der von Eddy angegebenen Weise[3]) sich als höchst ergebnissvoll gezeigt, kamen zunächst ausschliesslich Systeme solcher Drachen zur Verwendung. Später wurde der Hargrave'sche oder Kastendrachen in die Versuche einbezogen und dessen Brauchbarkeit durch eine von Herrn Clayton ersonnene Verbesserung ganz erheblich gesteigert[4]); er fand insbesondere als Gipfeldrachen wegen seiner grösseren Stabilität von nun an stete Verwendung. In neuester Zeit sind fernerhin noch der nach den Angaben des Herrn Clayton construirte sogenannte Kieldrachen und der Lamson'sche Drachen in Verbindung mit den schon aufgeführten Typen wiederholt zu Versuchen benutzt worden; der Kieldrachen ist ein malayscher Drachen mit einem an der Vorderseite in der Längsachse angebrachten Kiel, der Lamson-sche ein Drachen mit Rippen und gekrümmter Oberfläche. — Wieviel Drachen bei einem Aufstieg verwandt und welche Typen zu einem Flugsystem verbunden wurden, war abhängig von den Windverhältnissen und von der Höhe, welche man erreichen wollte. — Das Gewicht der Drachen betrug etwa 760 gr für das Quadratmeter hebende Oberfläche, während diese Flächeneinheit bei einer Windstärke von 10 m. p. s. einen Zug von durchschnittlich 5 kg ausübte[5]).

Einen grossen Fortschritt bedeutete es, als man nach mancherlei Versuchen, zu denen die Unzulänglichkeit der bisher benutzten gewöhnlichen Drachenleine drängte, dazu überging, dünnen Klaviersaitendraht zu verwenden. Es sei hier eingeschaltet, dass Metalldraht früher bereits zu diesem Zwecke benutzt worden war[6]).

---

[1]) Blue Hill Meteorological Observatory. A. L. Rotch, Director. Bulletin Nr. 1, 1898. The highest kite ascensions in 1897. S. P. Fergusson. 2 Seiten. 1 Tafel.

[2]) Diese Zeitschrift: Jahrg. 1894, S. 301 ff., Jahrg. 1895, S. 22 ff., Jahrg. 1896 S. 158 ff. u. S. 285 ff.

[3]) A. a. O. Jahrg. 1894, S. 301 u. 302.

[4]) A. a. O. Jahrg. 1896, S. 158 und 159.

[5]) A. Lawrence Rotch: Meteorological Investigations in the free air, at the Blue Hill Observatory. Milton, Mass. [Reprinted from Journal of the Association of Engineering Societies, Vol. XIX, No. 1, Juli 1897].

[6]) Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, Vol. XXIII, 1897, S. 252.

Ein solcher Stahldraht, der bei einem Durchmesser von nur $^3/_4$ mm etwa 130 kg Festigkeit hatte, war nicht schwerer — das Kilometer wiegt $4^1/_4$ kg — als die bislang gebrauchten Leinen, dabei jedoch doppelt so fest als diese und von einem um $^1/_6$ kleineren Durchmesser: letzterer Umstand fällt besonders ins Gewicht im Hinblick auf den Winddruck, welchem die Oberfläche ausgesetzt ist. Um welche beträchtliche Werthe es hierbei sich handelt, ersieht man am besten, wenn man die Querschnitte verschieden dicker Kabel von gleicher Länge betrachtet. Es beträgt nämlich bei einem Kabel von 3000 m Länge und $^3/_4$ mm Durchmesser der Querschnitt $2^1/_4$ qm, bei einem solchen von einem 6 Mal so grossen Durchmesser ($4^1/_2$ mm) dagegen $13^1/_2$ qm. Für eine Kabellänge von 5000 m sind die entsprechenden Werthe $3^3/_4$ bezw. $22^1/_2$ qm. Dem gegenüber mag hervorgehoben werden, dass die bei dem später noch zu besprechenden Aufstieg am 19. September 1897 verwendeten 7 Drachen eine hebende Oberfläche von insgesammt nur 18 qm besassen. — Der Erfolg bei Anwendung eines solchen Stahldrathes zeigte sich denn auch, wie nach vorstehendem zu erwarten war, dadurch, dass bei der gleichen Anzahl von Drachen nunmehr doppelt so grosse Höhen erreicht wurden als vordem.

Von erheblicher praktischer Bedeutung war ferner bei den so zahlreich angestellten Versuchen die Beschaffung einer Dampfwinde an Stelle der bisher gebrauchten Handwinde, welche von zwei Mann hatte bedient werden müssen. Das Auflassen und Einholen der Drachen, das mit grosser Vorsicht ausgeführt und nur ganz allmählich geschehen durfte — nach jedem halben Kilometer abgelaufenen oder eingeholten Kabels mussten nämlich Pausen von 15 Minuten und mehr gemacht werden — wurde mit Hülfe der Dampfwinde sehr erleichtert und gleichmässiger gemacht, was für die Abnutzung des Materials nicht ohne Bedeutung war. Hierzu trug wesentlich ein an der Winde angebrachter Apparat bei, der ohne weiteres die Länge des abgelaufenen Kabels abzulesen gestattete und zwar unter Berücksichtigung der Krümmung desselben, deren Betrag zu $1^1/_2$% im Durchschnitt ermittelt worden war. Allerdings war hierbei Voraussetzung, dass das oben befindliche Instrument stets eine gewisse Höhe über dem Horizont beibehielt — sein Höhenwinkel sollte nicht kleiner als 30° werden —, was sich jedoch durch Vermehrung der Drachen stets leicht erreichen liess. Infolge jenes Umstandes war man auch nicht mehr genöthigt, die Höhenbestimmungen des Instrumentes ausschliesslich an den Endpunkten einer Basislinie auszuführen. Es genügten im allgemeinen nunmehr einseitige Messungen von der Winde aus, aus denen man dann mit Hilfe der Länge des abgelaufenen Drahtes sofort die Höhe des Instrumentes berechnen konnte. Eine weitere Bequemlichkeit erwuchs auch daraus, dass der Zug, den die aufgelassenen Drachen an der Winde ausübten, durch einen Dynamographen aufgezeichnet wurde.

Die vorstehend skizzirten Verbesserungen würden jedoch bedeutunglos gewesen sein, wenigstens für die in wissenschaftlicher Hinsicht zu verfolgenden Ziele, wenn es nicht auch gelungen wäre, Instrumente zu construiren, welche die wichtigsten meteorologischen Elemente fordauernd selbstthätig aufzeichneten und dabei noch hinreichend leicht waren, um von Drachen in grössere Höhen emporgetragen zu werden.

Da die bis jetzt vorhandenen Registrirapparate sich für diese Versuche zu schwer erwiesen, hatte Hr. Fergusson im Jahre 1894 einen Richard'schen Thermographen von der bekannten Ausführung derart umgeformt, dass sein Gewicht weniger als $^1/_8$ des früheren, also nur noch 1 kg betrug[1]). Mit diesem Instrumente sind die ersten fortlaufenden Aufzeichnungen der Temperatur in der Höhe erhalten worden. Hiernach kam ein ebenfalls von Herrn Fergusson construirter Apparat

[1]) Diese Zeitschrift: Jahrg. 1894, S. 303.

in Gebrauch, der neben der Temperatur auch die Windstärke registrirte und sodann neben diesem ein nach seinen Angaben von der Firma Richard, Paris, angefertigter Meteorograph[1]), welcher Luftdruck, Temperatur und Feuchtigkeit der Luft aufzeichnete. Diese beiden Apparate, von denen jeder — den Aluminiumschutzkorb gegen Sonnenstrahlung mit eingegriffen — nur 1.30 kg wiegt, sind nun abwechselnd benutzt worden und haben durchaus gute und zuverlässige Ergebnisse geliefert. — Bei den Aufsteigen hing das jeweils in die Höhe gelassene Instrument an einem kurzen Stahldrahte, der an dem Hauptdrahte zwischen zwei Drachen befestigt war; auf diese Weise glaubte man die grösste Sicherheit des Apparates bei etwaigen Unfällen zu erreichen.

Als der zuerst erwähnte Thermograph am 4. August 1894 zum ersten Male hoch gelassen wurde, erreichte er eine Höhe von nur 485 m über dem Erdboden. Die folgenden Versuche, bei denen die verschiedenen, oben näher gekennzeichneten Verbesserungen allmählich berücksichtigt waren, ergaben immer bedeutendere Höhen. So wurde am 6. Mai 1896 der Meteorograph schon 1180 m hoch gebracht und am 8. October gelangte er bis zu der ansehnlichen Höhe von 2665 m. Im folgenden Jahre sind dann diese Werthe noch erheblich übertroffen worden, indem bei zwei Aufstiegen im September und October 1897 Höhen von 2800 und schliesslich 3400 m erreicht wurden.

Diese beiden Aufstiege sollen nun auf Grund des oben erwähnten Berichtes des Herrn Fergusson und hinsichtlich des zweiten Aufstieges auch unter Benutzung des in Facsimile wiedergegebenen Meteorogramms besprochen werden.

Am 19. September 1897 wurde bei heiterem Wetter und etwas böigem Winde aus südlicher Richtung ein System von 7 Drachen Hargrave-Clayton'scher Construction mit dem Baro-Thermo-Hygrographen von dem Gipfel des Blue Hill, der 192 m über dem Meeresspiegel liegt, aufgelassen. Die beiden obersten Drachen waren die grössten und hatten eine Oberfläche von 3.81 und 3.35 qm, dann folgten nach unten zu die übrigen etwas kleineren von je 2.13 qm Fläche, die in Entfernungen von 500, 1500, 2500, 3500 und 5000 m — von oben an gerechnet — an dem ablaufenden Haltedraht befestigt worden waren. Die hebende Oberfläche betrug sonach 18 qm bei einem Gewicht der Drachen von 14 kg. Als der Gipfeldrachen den höchsten Punkt erreicht hatte, waren nach Angabe des an der Dampfwinde angebrachten Instrumentes 6300 m Draht im Gewicht von 27 kg abgelaufen und der durch einen Dynamographen angezeigte Zug war jetzt auf 68 kg angestiegen, d. h. auf etwa die Hälfte der Zugfestigkeit des Drahtes.

Der Meteorograph, der 40 m unterhalb des Gipfeldrachens an dem Kabel befestigt war, ging um $12^h 1^m$ p hoch und erreichte um $4^h 17^m$ seinen höchsten Punkt, nämlich 2821 m über dem Erdboden, d. i. 3013 m über dem Spiegel des benachbarten Atlantischen Oceans; diese Höhe ist durch Messung des Höhenwinkels = $26^0.6$ ermittelt worden. Um $4^h 30^m$ begann das Einholen der Drachen mit Hilfe der Dampfwinde, das etwa 2 Stunden in Anspruch nahm, so dass das Instrument um $6^h 40^m$ p wieder die Erde erreichte. Dasselbe war sonach insgesammt $6^h 39^m$ oben gewesen und fast während 5 Stunden in einer Höhe von mehr als 1400 m über dem Gipfel des Hügels.

Die Registrirungen waren durchaus gelungen bis auf kurze Unterbrechungen in der Höhen- und Hygrographencurve, die zwischen 4 und 5^h, also gerade zur Zeit der grössten Erhebung des Instrumentes, ausgeblieben waren.

Als niedrigste Temperatur zeigte der Thermograph in 2821 m Höhe $3^0.1$ C während unten am Observatorium zu derselben Zeit $17^0.2$ beobachtet wurden, was

[1]) Diese Zeitschrift: Jahrg. 1896, S. 159.

einer mittleren Temperaturabnahme von 0°.50 auf 100 m entspricht. In Wirklichkeit war dieselbe jedoch keineswegs so gleichmässig, da die Temperatur in den unteren Luftschichten bis zu 1800 m ganz erheblich schneller abnahm als weiter oben.

Die relative Feuchtigkeit war in der Höhe mehrfachen und zum Theil erheblichen Schwankungen unterworfen, während sie unten an der Erdoberfläche von 50% bei Beginn der Fahrt allmählig bis zu 80% am Ende derselben anstieg. Zunächst nahm die Feuchtigkeit schnell zu, besonders bis zu einer Höhe von 500 m über dem Erdboden; von 700 m an wurde sie aber geringer und blieb bis zu 1200 m ziemlich niedrig, nämlich unter dem am Observatorium beobachteten Werth von 50%. In der nächst höheren Luftschicht, etwa zwischen 1250 und 1700 m, der durchschnittlichen Höhe der Cumuli entsprechend, war die Feuchtigkeit wiederum hoch und erreichte hier einen Betrag von mehr als 80%; nach einigen hiernach eintretenden, unbedeutenden Schwankungen nahm sie von 2200 m an wieder ab und war über 2800 m hinaus sehr niedrig. Die Aufzeichnungen ergaben an dieser Stelle 26%, wahrscheinlich ist sie aber in der grössten Höhe noch unter diesen Werth hinabgegangen; doch lassen sich, da, wie schon erwähnt, gerade hier die Curve lückenhaft ist, genauere Angaben nicht machen.

Während der Dauer des Aufstieges wehten auf dem Blue Hill südliche bis südwestliche Winde, deren Stärke von 11.5 m. p. s. am Mittage bis zu 7.4 m. p. s. um 6 p abnahm. Mit zunehmender Höhe drehte der Wind stetig nach West und über einer Höhe von 1800 m war reiner Westwind vorhanden; seine Geschwindigkeit war hier sicherlich eine grössere als an der Erdoberfläche, wie der vermehrte Zug der Drachen an der Dampfwinde erkennen liess.

Bei dem am 15. October 1897 unternommenen Versuche wurde die bisher erreichte Maximalhöhe von 2821 m noch um 558 m überschritten, da es gelang, den Meteorographen 3379 m hoch zu bringen. Der Gipfeldrachen befand sich sogar noch 40 m höher, so dass die grösste Höhe, bis zu welcher Drachen überhaupt emporgetragen wurden, 3419 m über dem Erdboden beträgt.

Es wurden in diesem Falle nur 4 Drachen verwendet und zwar befanden sich am Ende des Kabels ein Lamson'scher und ein verbesserter Hargrave'scher Drachen von 6.60 bezw. 3.85 qm Oberfläche, während die beiden anderen, kleineren Drachen Hargrave'scher Construction von je 2.13 qm Fläche in Entfernungen von 2000 und 3500 m an dem Haltedraht befestigt waren. Die gesammte hebende Oberfläche belief sich sonach auf etwas mehr als 14 qm.

Der Meteorograph, der, wie schon erwähnt, wiederum 40 m unter dem Gipfeldrachen hing, stieg bei mässigem Südwestwinde und, wie es scheint, heiterem Wetter — weitere Angaben über die Witterungsverhältnisse sind leider nicht vorhanden — um $3^h 48^m$ p hoch und gelangte um 6^h in die grösste Höhe von 3379 m; als Länge des abgelaufenen Kabels ergab sich 6300 m und als Maximalzug 68 kg — also die gleichen Werthe wie bei dem Aufstiege vom 19. September. Da die jetzt erreichte Höhe jedoch eine grössere war als an jenem Tage, so müssen die Drachen diesmal erheblich steiler gestanden haben — eine Höhenbestimmung in der grössten Erhebung liegt anscheinend nicht vor — und ferner muss auch die Windstärke in der Höhe diesmal eine grössere gewesen sein, da bei einer kleineren Oberfläche der Zug sich als der gleiche herausstellte. Das Einholen der Drachen erfolgte bald nach 6^h und um $8^h 20^m$ p war das Instrument wieder gelandet.

Der Meteorograph hatte während des Aufstieges gut funktionirt, sodass die drei Curven durchaus gelungen sind. Dem in Facsimile wiedergegebenen Meteorogramm möge noch Folgendes über den Gang der Temperatur und der Feuchtigkeit entnommen werden.

Der Verlauf der Temperatur in der Höhe zeigte keine erheblichen Absonderlichkeiten. Sie fiel von 26°.5 zunächst gleichmässig etwa um 0°.8 auf 100 m; in einer Höhe von 1500 m über dem Erdboden, um 4h 37m, wo sie nur noch 13°.5 betrug, erfolgte jedoch bei schnellem Aufstiege eine Zunahme von 1°.5, genau gleichzeitig mit einer ganz rapiden Abnahme der relativen Feuchtigkeit. In den nächsten 30 Minuten zwischen 1500 und 2000 m war die Temperatur nahezu constant. Von 2000 m an, welche um 5h 10m erreicht wurden, begann wiederum eine energische Abnahme, die, von zwei geringen Schwankungen abgesehen, anhielt, bis der Meteorograph den höchsten Punkt erreicht hatte. Die erste Unterbrechung, ein Ansteigen der Luftwärme von etwa 0°.5, war zweifellos hervorgerufen durch ein kurzes andauerndes Fallen des Instruments, da die Höhencurve zu derselben Zeit, um 5h 25m, eine Abnahme von 100 m aufweisst. In der grössten Höhe, 3879 m über dem Erdboden, betrug die Temperatur nur noch 5°.0 gegen 22°.2 unten, so dass sich eine mittlere Temperaturabnahme von 0°.51 für 100 m ergiebt. — Mit dem Einholen des Instrumentes begann eine stetige Temperaturzunahme, die jeooch in der Höhe von 2000 m, um 7h 5m, unterbrochen wurde. Hier trat das Instrument nämlich in eine bis zu 2° kältere Luftschicht ein, die ungefähr bis zu 1500 m hinabreichte, wo, um 7h 40m, die Registrirung wieder dieselbe Temperatur, 14°.5, ergab, wie bei 2000 m. Von 1500 m abwärts erfolgte nun wiederum eine Erwärmung bis auf 24°.5 in 350 m Höhe, von wo ab jedoch eine schnelle Abkühlung eintrat, offenbar in Folge der starken Ausstrahlung an der Erdoberfläche. Die Temperatur betrug hier 19°.0.

Die relative Feuchtigkeit wies in ihrem Verlaufe plötzliche und starke Veränderungen auf. Von 50% an der Erdoberfläche stieg sie andauernd in ³/₄ Stunden bis auf 75%, die in 1400 m Höhe registrirt wurden; bald darauf, bei 1500 m erfolgte jedoch um 4h 37m, d. h. genau zu derselben Zeit, als die oben erwähnte Temperaturzunahme von 1°.5 stattfand, ein zuerst ganz rapides, dann — von 1800 m an — ein etwas langsameres Fallen bis zu 2400 m um insgesammt 50%. Von dieser Höhe an, wo der Apparat 25% anzeigte, begann nun wiederum ein stetiges Ansteigen, so dass die relative Feuchtigkeit in 2700 m bereits 45% betrug. Nach ganz geringen Aenderungen in den nächsten 300 m trat bei 3000 m von neuem eine starke Abnahme bis zu der erreichten Maximalhöhe von 3879 m ein, wo der Meteorograph 15% Feuchtigkeit verzeichnete. — Mit abnehmender Höhe machte sich zuerst ein erhebliches Anwachsen bemerklich, derart, dass in 2500 m schon 45% registrirt wurden. Unterhalb dieser Höhe war jedoch jetzt eine trockenere Luftschicht von etwa 600 m Mächtigkeit vorhanden, wo die Feuchtigkeit bis auf 33% in 2000 m herabging. Von hier begann nun wiederum — und zwar fast genau zu derselben Zeit (7h 5m) mit der oben erwähnten Temperaturabnahme in der gleichen Höhe — ein beträchtliches Ansteigen bis auf 70% in 1700 m, während späterhin bei weiterem Fallen des Instrumentes nach einigen unerheblichen Schwankungen ein Zurückgehen der Feuchtigkeit bis auf 55% stattfand; dasselbe ging jedoch, von etwa 350 m ab, in eine starke Zunahme über, nachdem das Instrument in die stark abgekühlte unterste Luftschicht gelangt war, wo sich ein Werth von 73% ergab.

In Betreff der Windverhältnisse sei noch bemerkt, dass während des ganzen Aufstieges am Observatorium andauernd Südwestwind in einer Stärke von 5.4 bis 8.0 m. p. s. wehte, während über einer Höhe von 1000 m reiner Nordwest vorherrschend war.

G. Lachmann.

Das Flugprincip und Schraube versus Schaufelrad. Es ist schon viel über das Flugprincip geschrieben worden, ohne dass heute ein solches allgemein anerkannt wäre. Indem ich mich anschicke auch meinerseits diese Litteratur zu vermehren, hoffe ich wenigstens damit nicht die herrschende Unklarheit zu vergrössern. —

einer mittleren Temperaturabnahme von 0°.50 auf 100 m entspricht. In Wirklichkeit war dieselbe jedoch keineswegs so gleichmässig, da die Temperatur in den unteren Luftschichten bis zu 1800 m ganz erheblich schneller abnahm als weiter oben.

Die relative Feuchtigkeit war in der Höhe mehrfachen und zum Theil erheblichen Schwankungen unterworfen, während sie unten an der Erdoberfläche von 50% bei Beginn der Fahrt allmählig bis zu 80% am Ende derselben anstieg. Zunächst nahm die Feuchtigkeit schnell zu, besonders bis zu einer Höhe von 500 m über dem Erdboden; von 700 m an wurde sie aber geringer und blieb bis zu 1200 m ziemlich niedrig, nämlich unter dem am Observatorium beobachteten Werth von 50%. In der nächst höheren Luftschicht, etwa zwischen 1250 und 1700 m, der durchschnittlichen Höhe der Cumuli entsprechend, war die Feuchtigkeit wiederum hoch und erreichte hier einen Betrag von mehr als 80%; nach einigen hiernach eintretenden, unbedeutenden Schwankungen nahm sie von 2200 m an wieder ab und war über 2800 m hinaus sehr niedrig. Die Aufzeichnungen ergaben an dieser Stelle 26%, wahrscheinlich ist sie aber in der grössten Höhe noch unter diesen Werth hinabgegangen; doch lassen sich, da, wie schon erwähnt, gerade hier die Curve lückenhaft ist, genauere Angaben nicht machen.

Während der Dauer des Aufstieges wehten auf dem Blue Hill südliche bis südwestliche Winde, deren Stärke von 11.5 m. p. s. am Mittage bis zu 7.4 m. p. s. um 6 p abnahm. Mit zunehmender Höhe drehte der Wind stetig nach West und über einer Höhe von 1800 m war reiner Westwind vorhanden; seine Geschwindigkeit war hier sicherlich eine grössere als an der Erdoberfläche, wie der vermehrte Zug der Drachen an der Dampfwinde erkennen liess.

Bei dem am 15. October 1897 unternommenen Versuche wurde die bisher erreichte Maximalhöhe von 2821 m noch um 558 m überschritten, da es gelang, den Meteorographen 3379 m hoch zu bringen. Der Gipfeldrachen befand sich sogar noch 40 m höher, so dass die grösste Höhe, bis zu welcher Drachen überhaupt emporgetragen wurden, 3419 m über dem Erdboden beträgt.

Es wurden in diesem Falle nur 4 Drachen verwendet und zwar befanden sich am Ende des Kabels ein Lamson'scher und ein verbesserter Hargrave'scher Drachen von 6.60 bezw. 3.85 qm Oberfläche, während die beiden anderen, kleineren Drachen Hargrave'scher Construction von je 2.13 qm Fläche in Entfernungen von 2000 und 3500 m an dem Haltedraht befestigt waren. Die gesammte hebende Oberfläche belief sich sonach auf etwas mehr als 14 qm.

Der Meteorograph, der, wie schon erwähnt, wiederum 40 m unter dem Gipfeldrachen hing, stieg bei mässigem Südwestwinde und, wie es scheint, heiterem Wetter — weitere Angaben über die Witterungsverhältnisse sind leider nicht vorhanden — um $3^h\,48^m$ p hoch und gelangte um 6^h in die grösste Höhe von 3379 m; als Länge des abgelaufenen Kabels ergab sich 6300 m und als Maximalzug 68 kg — also die gleichen Werthe wie bei dem Aufstiege vom 19. September. Da die jetzt erreichte Höhe jedoch eine grössere war als an jenem Tage, so müssen die Drachen diesmal erheblich steiler gestanden haben — eine Höhenbestimmung in der grössten Erhebung liegt anscheinend nicht vor — und ferner muss auch die Windstärke in der Höhe diesmal eine grössere gewesen sein, da bei einer kleineren Oberfläche der Zug sich als der gleiche herausstellte. Das Einholen der Drachen erfolgte bald nach 6^h und um $8^h\,20^m$ p war das Instrument wieder gelandet.

Der Meteorograph hatte während des Aufstieges gut funktionirt, sodass die drei Curven durchaus gelungen sind. Dem in Facsimile wiedergegebenen Meteorogramm möge noch Folgendes über den Gang der Temperatnr und der Feuchtigkeit entnommen werden.

Man könnte sehr wohl Schraubenpropeller vom Effect 95 herstellen.

Nur als Propeller ist auch die Schraube am rechten Platz. Denn nur dort bildet die Luft für sie eine wirkliche Mutter, unter Umständen so consistent, wie eine aus Stahl und Eisen. Das Schaufelrad dagegen ist ein Ueberbleibsel aus der Kindheit der Flugtechnik, wo man noch glaubte, der Vogel hübe sich durch Schlagen mit den Flügeln auf die Luft (orthogonale Theorie); dieser Luftstoss im rechten Winkel wie ihn die Schaufeln liefern, ist aber für die Flugtechnik unbrauchbar. Er liefert nur den altbekannten, ganz unerheblichen Luftwiderstand, der beim Schaufelrad noch nicht einmal durch Schlagbewegung (siehe Samuelson „Fischschwanz und Flügelschütteln“) gesteigert wird.

New-York, Februar 1898. Carl Dienstbach.

Literarische Besprechungen.

Dr. Fr. Ahlborn. 1. Der Schwebeflug und die Fallbewegung ebener Tafeln in der Luft. 2. Ueber die Stabilität der Flugapparate. Sonder-Abdruck aus Band XV der Abhandlungen aus dem Gebiete der Naturwissenschaften. Hamburg. L. Friederichsen & Co. 1897.

Bereits mehrfach ist über die Arbeiten Ahlborns berichtet worden (s. diese Zeitschrift XIV p. 810 u. XV p. 125). Auch diese neuen Veröffentlichungen des Verfassers zeigen die bereits in früheren Referaten rühmend erwähnte Klarheit der Darstellung.

Der erste Aufsatz beschreibt Versuche über den Fall tafelförmiger Körper bei verschiedener Lage des Schwerpunktes. Trotz der Einfachheit der angewandten Methode hat der Verfasser doch sehr schöne Ergebnisse erhalten. Die Versuche ergaben die Bestätigung des Avanciniscben Gesetzes, dass, sobald eine vom Luftstrom getroffene Fläche gegen die Bewegungsrichtung geneigt ist, der Druckmittelpunkt gegen den vorangehenden Rand hin verschoben wird. Vielleicht ist es möglich durch neue, genauere Versuche und gleichzeitige Fixirung der Bewegungen mit Hülfe der Augenblicksaufnahme sicher zu stellen, ob wirklich, wie der Verfasser meint, die fallende Fläche schliesslich eine geradlinige Bahn annimmt, oder sich ihr nur asymptotisch nähert.

In der zweiten umfangreichen Arbeit zieht der Verfasser die Consequenzen aus diesen und anderen Versuchen für die specielle Anwendung zum passiven Fluge. Abweichend von Lilienthal kommt er zu dem Ergebnisse, dass die unterwärts convexen Flügelformen den Vorzug verdienen, da sie allein die Stabilität gewährleisten; der Verlust an Tragfähigkeit müsse durch Vergrösserung des Segelareales eingebracht werden. Diese Ansicht Ahlborns wird von den Praktikern der Flugtechnik, Chanute, Maxim, Herring wohl kaum geteilt. — Gelegentlich einer Untersuchung über das günstigste Querprofil des Flügels berichtigt Ahlborn den Irrthum Lilienthals bezüglich der vorwärts treibenden Componente des Luftwiderstandes.

Die inhaltreiche und interessante Schrift sei Allen empfohlen, die die Mechanik des Fluges studiren.

Müllenhoff.

Vereinsnachrichten.

Protokoll der Plenar-Versammlung des Wiener flugtechnischen Vereins am 1. Februar 1898.

Vorsitzender: der Präsident Herr Baurath R. v. Stach.
Schriftführer: Wähner.

Eröffnung der Sitzung um 7h 15m.

Nachdem Niemand das Wort verlangt, keine Anträge gestellt werden, bittet der Vorsitzende

Herrn Prof. Dr. Gust. Jäger, den angekündigten Vortrag „Ueber ähnliche Bewegungen in Flüssigkeiten und Gasen und deren Anwendung auf die Flugtecknik“ zu halten. In höchst lehrreicher Weise beginnt der Vortragende mit einer Kritik Helmholtz'scher Gleichungen, daraus deducirend, dass bei aller Würdigung der Theorie, auch dem grössten Mathematiker ein gewisser „Liberalismus“ gegenüber dem Experimentator nöthig sei, wenn Praktisches geschaffen werden soll; er habe dies an sich selbst erfahren, denn er wäre vor etwa 8 Jahren an eine Ausmessung und Berechnung der Kress'schen Modelle mit wesentlich ungünstigeren Principien herangetreten, als er es, nach besserer Ueberzeugung, heute zu thun vermöge. Herr Prof. Jäger bespricht sodann interessante Analogien, welche sich einerseits in den Bewegungen (Strömungen) des Wassers und der Luft um darin befindliche Körper (Schiffe, Ballons), anderseits in der Strahlung der Wärme, der Electricität und des Magnetismus, bei Vorhandensein von Widerständen finden, woraus geschlossen werden könne, dass die Bewegung (Strömung) von Flüssigkeiten und Gasen durch deren „Innere Reibung“ geändert werde, und weiter, dass bei einer „Idealen Flüssigkeit“ der Widerstand gleich Null sei, obwohl dies paradox erscheine. — Ebenso instructiv als einfach waren diesbezügliche Experimente, bestehend im Ausblasen eines hinter einer Kugel oder hinter einem Cylinder befindlichen Lichtes, während sich das Ausblasen als unmöglich erwies, wenn vor das Licht die hohle Hälfte jener Kugel gebracht wurde, die ihre Oeffnung dem Lichte zukehrte. Nach einem weiteren ähnlichen Versuche mit einem grösseren Ellipsoid und der Constatirung der Thatsache, dass Linsen (Uhrpendel) einen ausserordentlich geringen Widerstand zeigen, kommt der Vortragende zu dem Resultate, dass Fliegekörper keine scharfen Ecken haben dürfen, von sphäroidischer (fisch- oder vogelkörperähnlicher) Form sein und platte Flächen haben müssen. Die theoretische Möglichkeit der Lenkbarmachung von Ballons sei gegeben, gleichwie die Möglichkeit theilweiser Entlastung, des Segelfluges (persönlichen Kunstfluges) des Menschen, und endlich die Möglichkeit rein maschineller Apparate, doch bieten letztere viel günstigere Aussichten, und zwar umsomehr, je grössere Dimensionen zur Grundlage der Berechnung dienen.

Der Redner schliesst hiermit und erntet grossen Applaus, ungetheilten Beifall, woran sich noch eine lebhafte Discussion seitens der Herren Milla, Kress und R. v. Lössl knüpft, in der von diesem systematische Widerstands-Experimente mit Vogelkörpern in Aussicht gestellt werden.

Der Vorsitzende dankt Herrn Prof. Jäger für diesen höchst wichtigen Vortrag und bittet ihn unter allgemeiner Zustimmung, denselben womöglich für den Druck zu bearbeiten. Sitzungsschluss um 8h 30m.



Beobachtungen über Richtung und Geschwindigkeit der Luftströmungen in verschiedenen Höhen [1]).

Nach dem Russischen des Obersten **Pomortsef.**

In einer Schrift „Erforschung der Atmosphäre mit Hülfe des Luftballons" die kürzlich von der Kaiserlich Russischen Technischen Gesellschaft herausgegeben ist (St. Petersburg 1897, 119 Seiten 8° in russischer Sprache) hat der bereits durch seine Forschungen zur Physik der Atmosphäre bekannte russische Luftschiffer-Oberst Pomortsef die Resultate einer langen Reihe von Ballonfahrten in Russland in Bezug auf die Bewegung, Temperatur, Feuchtigkeit und Electricität der Luft, die Strahlung, Bewölkung sowie die optischen und akustischen Erscheinungen bearbeitet, unter Hinzuziehung einiger der in anderen Ländern gemachten Beobachtungen. Wir geben hier den Abschnitt über Richtung und Geschwindigkeit des Windes in verschiedenen Höhen auszugsweise wieder, der für die Mechanik der atmosphärischen Circulation wichtiges Material liefert.

Zur Bestimmung der Geschwindigkeit und der Richtung von Luftströmungen in verschiedenen Höhen über der Erdoberfläche benutzt man gewöhnlich Punkte, welche von Luftschiffern auf die Karte aufgetragen wurden und denjenigen örtlichen Gegenständen entsprechen, über welche das Luftschiff in bestimmten Momenten segelte. Solche Bestimmungen sind offenbar nur dann möglich, wenn die Erde unter dem Ballon nicht durch Wolken verhüllt wird.

Das Auffinden dieser Gegenstände geschieht am besten mittelst topographischer Karten im Massstabe 1 : 125 000; im Falle jedoch die Gegend keinen zu durchbrochenen Charakter trägt und dabei eine genügende Anzahl kenntlicher Gegenstände, als Wege, Flüsse, bevölkerte Punkte u. s. w. besitzt, so sind auch geographische Karten im Massstabe von 1 : 420 000 genügend.

Zur Wahl derjenigen Kartenbogen, welche man beim Aufstieg nothwendig mit sich haben muss, ist möglichst genaue Kenntniss der Richtung des bevorstehenden Fluges durchaus unerlässlich. Zu diesem Zwecke müssen

---

[1]) Im Einverständniss mit der Redaction der „Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie" bringen wir den eben in derselben erschienenen, von Prof. W. Köppen von der Deutschen Seewarte besorgten Auszug aus der Arbeit von Ob. Pomortsef gleichzeitig zum Abdruck. Die Redaction.

bestimmt werden: Azimut der Windesrichtung über der Erde und Azimut der Wolkenrichtungen in verschiedenen Höhen über der Erdoberfläche[1]). Auf die Karte aufgetragen, geben diese Azimute die Möglichkeit, jedesmal denjenigen Sektor zu bestimmen, in dessen Grenzen die Bewegung des Luftschiffes möglich ist. Ist die Windgeschwindigkeit in verschiedenen Höhen annähernd bekannt (und diese kann auf Grundlage der gegebenen Bestimmungen der Winkelgeschwindigkeit[2]) der Wolkenbewegung berechnet werden), so kann mit einiger Sicherheit auch der Ort der Landung bestimmt werden.

Das Visiren örtlicher Gegenstände vom Luftschiffe aus geschieht gewöhnlich mittelst des frei herabhängenden Schleppseils, wobei die Zeit, wann dieses Schleppseil einen oder den anderen Gegenstand durchkreuzt, in Minuten eingetragen wird. Theilt man die vom Ballon zwischen zwei angrenzenden auf die Karte aufgetragenen Punkten zurückgelegte Bahn durch die entsprechende Secundenzahl, so erhält man die Mittelgeschwindigkeit der Bewegung des Ballons (oder des Windes, was dasselbe ist) für jene Luftschicht, in welcher das Luftschiff sich befand. Aenderte sich indessen die Höhe des Ballons nur unbedeutend, so wird die auf solche Weise erhaltene Mittelgeschwindigkeit seiner Bewegung der, nach dem Barogramm für denselben Zeitraum bestimmten Mittelhöhe des Ballons entsprechen. Dabei muss stets im Auge behalten werden, dass die Genauigkeit ähnlicher Beobachtungen sich nur in dem Falle als genügend erweist, wenn die zurückgelegte Strecke nicht zu unbedeutend ist; widrigenfalls werden die bei den Notirungen gemachten Zeitfehler bedeutenden Einfluss üben.

Wenn ähnliche Bestimmungen von Punkten der Karte öfter gemacht werden, so kann man den Gang der Aenderung in der Windgeschwindigkeit mit der Höhe genau verfolgen. Doch kann die häufige Bestimmung der Lage des Ballons, welche vom Luftschiffer bedeutenden Zeitaufwand verlangt, nicht immer durchgeführt werden, nicht z. B., wenn der Ballon über eine einförmige Gegend, wie ausgedehnte Sümpfe, Wälder, weite Steppenstrecken gleitet. Ausserdem muss stets im Auge behalten werden, das es nicht immer möglich ist, das Luftschiff zwischen zwei aufgetragenen Nachbarpunkten in derselben Höhe zu erhalten.

Infolgedessen würden solche Bestimmungen von Geschwindigkeit und Richtung der Bewegung weit grösseren Werth besitzen, welche auf Grund

---

[1]) Solche Bestimmungen können sehr bequem mittelst des Apparates von Pomortsef gemacht werden (siehe „Luftschiffahrt" 1897, St. Petersburg Lief. 1).

[2]) Unter Winkelgeschwindigkeit der Wolkenbewegung wird der Winkel verstanden, welchen ein beliebiger Punkt einer Wolke in einer Secunde beschreibt, unter der Bedingung, dass diese Wolke im Zenith des Beobachtungsortes stehe. Bei Berechnung der Liniengeschwindigkeit kann sodann die Mittelhöhe der Wolken (dieser Art) genommen werden.

unmittelbarer Beobachtung vom Luftschiffe selbst aus, gemacht würden. Zu diesem Zwecke kann ein kleines Fernrohr benutzt werden, welches senkrecht an der äusseren Seite des Korbes befestigt ist. Beobachtet man die Zeit des Durchganges eines bestimmten Gegenstandes durch das bestimmte Sehfeld dieses Glases und ist dabei die Höhe des Luftschiffes bekannt, so ist es immer möglich, die Geschwindigkeit der Ballonbewegung zu bestimmen.

Wird dem Apparat ein Kompass beigefügt, so kann auch die Richtung des Luftschiffes bestimmt werden.[1])

Zur Bestimmung dessen, wie Geschwindigkeit und Richtung des Windes mit der Höhe sich ändern, ist es nothwendig, jedesmal die entsprechende Windgeschwindigkeit an der Erdoberfläche zu kennen, da Letzteres aber unmöglich ist in Bezug auf den ganzen, vom Luftschiff zurückgelegten Weg, so muss man sich mit Beobachtungen des Windes auf der Erde begnügen, welche mit Hülfe von Handanemometern unmittelbar vor Hebung und sofort nach Senkung des Luftballons angestellt werden.

Um bei solchen Bestimmungen den Einfluss der Veränderlichkeit des Windes auszuschliessen, welche von Aenderungen im allgemeinen Luftzustand und von täglichen Schwankungen dieses Elements während der Dauer des Fluges abhängen, wäre es wünschenswerth, alle während der ersten Hälfte gemachten Bestimmungen mit den ziemlich gleichen Höhen entsprechenden Bestimmungen der zweiten Hälfte der Hebung zu vereinen.

Als Beispiel will ich die Data anführen, welche bei einer der Fahrten gesammelt wurden:

Annähernde Zeit des Durchgangs durch die Mitte des Fahrtabschnittes	Länge des Abschnittes der Ballonbahn in Werst (km)	Entsprechende Zwischenzeit in Minuten	Entsprechende Mittelhöhe des Ballons in Metern	Windgeschwindigkeit, Meter in der Secunde	Barometerstand an der Meeresoberfläche beim Aufstieg	Tag und Ort des Aufstiegs, Name des Luftschiffes, Familienname der Luftschiffer
11h 39m	43,0	53	1490	16,21	767 m	11./23. September 1890 aus St. Petersburg. Luftschiff des Luftschifferparks „Oryòl". Luftschiffer Lieutenant Kowanko und Oberst Pomortsef.
12h 22m	27,6	34	2180	14,40		
11h 57m	28,8	37	2480	13,87		
1h 35m	28,3	39	2870	12,93		
2h 12m	24,7	35	2660	12,55		
3h 8m	57,0	77	1845	13,18		

Verbindet man auf die oben angeführte Weise einzelne Bestimmungen mit einander und dividirt man den für Windgeschwindigkeit auf verschiedenen

[1]) Ein solcher „Kompass zur Bestimmung von Geschwindigkeit und Richtung der Wolken- und Luftschiffbewegung" ist ebenfalls vom Verfasser construirt.

Höhen gefundenen Ausdruck mit dem der Windgeschwindigkeit an der Erdoberfläche, so erhält man Zahlen, welche den Gang der Aenderung der Windgeschwindigkeit nach der Höhe bezeichnen. Diese Data werden durch folgende Tabelle ausgedrückt:

Annähernde Mittelzeit der Messungen	Längensumme der Fahrtabschnitte, die als Basis der Berechnung dienten	Entsprechende Zeitsumme der Ballonbahn in Metern	Entsprechende Mittelhöhe des Ballons h in Metern	Entsprechende Mittel der Geschwindigkeit der Bewegung des Ballons, Meter in der Secunde	Mittel der unteren Windgeschwindigkeit beim Auf- und Abstieg	Verhältnis zwischen Windgeschwindigkeit in der Höhe und an der Erdoberfläche
1h 23m	100,0	130	1670	14,70	7,29	2,016
1h 18m	52,3	69	2420	13,52		1,855
1h 16m	57,1	76	2680	13,42		1,842

Der Nachtheil dieser Art von Berechnung besteht erstens darin, dass nicht immer am Anfang und Ende jeder Fahrt solche entsprechende Abschnitte zu finden sind, welche nicht allein annähernd dieselbe Höhe besitzen, sondern auch gleiches Gewicht an Bestimmungen aufzuweisen haben; zweitens wird bei dieser Art Berechnung alles auf die Geschwindigkeit des Windes am Erdboden zurückgeführt, und ihr wird dasselbe Gewicht wie den anderen Bestimmungen verliehen, während infolge der geringen Anzahl von Beobachtungen des Windes an der Erdoberfläche auf der vom Luftschiff durchlaufenen Bahn Letztere gerade am wenigsten Sicherheit bieten.

Es wäre daher zweckmässiger, bei genügender Anzahl von Bestimmungen der Lage des Ballons während seines Fluges, die vorhandenen Beobachtungen derart zu bearbeiten, dass der Wechsel der Windgeschwindigkeit für jede, einander zwischen zwei Nachbarhöhen folgenden, 100 m bestimmt werde. In ganz gleicher Weise können auch die Resultate der Beobachtungen von Azimuten der Luftschiffbewegung bearbeitet werden.

In Anwendung auf das oben angeführte Beispiel, wäre letzterenfalls der Gang der Beobachtungen folgender:

Dicke der Luftschicht in Metern	Mittelhöhe des Ballons in Metern	Höhen-Differenz	Aenderung der Windgeschwindigkeit in Metern p. S.	Aenderung der Windrichtung	Aenderung der Windgeschwindigkeit mit 100 m Höhe	Aenderung der Windrichtung mit 100 m Höhe
0—1670	835	1670	+ 7,4	+ 25°	+ 0,44	+ 1°
1670—2420	2045	750	— 1,2	— 0°	— 0,16	— 0°
2420—2680	2550	260	— 0,1	— 0°	— 0,04	— 0°

Das Zeichen + bei Aenderung des Azimuts der Windgeschwindigkeit deutet an, dass sich mit der Höhe der Wind nach rechts dreht.

Die angeführten Aenderungen des Windes sind auf die in der zweiten Spalte aufgezeichnete Mittelhöhe des Luftschiffes bezogen.

Bearbeitung gegebener Ballonfahrten. Alle in Russland bis 1891 gemachten Uebungen wurden von mir gesammelt und nach Möglichkeit rechtzeitig bearbeitet. Obwohl das gesammelte Material[1]) für allgemeine Schlüsse irgend welcher Art bei Weitem nicht zureichend war, konnte man daraus doch ersehen, dass ein bestimmter Zusammenhang zwischen dem Kreislauf der Luft und der Vertheilung des Luftdruckes am Erdboden bestehe.

Im gegenwärtigen Werke ist reicheres Material vereinigt und bearbeitet; es enthält die Resultate von 83 in Russland gemachten Aufstiegen und an 300 Bestimmungen von Windgeschwindigkeit und -Richtung in verschiedenen Höhen.

Die darauf bezüglichen Daten sind in der unten angeführten Tabelle verzeichnet,[2]) in welcher alle Aufstiege in chronologischer Ordnung aufgeführt sind. In den ersten Spalten befinden sich die Mittel für Geschwindigkeit und Richtung des Windes, die den Mittelhöhen des Ballons in dem betreffenden Fahrtabschnitt entsprechen. In den darauf folgenden Spalten[3]) ist die Aenderung von Windrichtung und Geschwindigkeit für jede 100 m gegeben. Diese Aenderung ist auf die Mittelhöhe zweier Nachbarhöhen mit bestimmter Windrichtung und Geschwindigkeit bezogen, eine Annahme, die keinen bedeutenden Fehler bewirken konnte, da alle während der Fahrten gemachten Beobachtungen darauf hindeuten, dass die Aenderung der Windrichtung und Geschwindigkeit mit der Höhe nur langsam und allmählich vor sich geht. Schroffer Wechsel in diesen Grössen ist entweder nur bestimmten Typen von Luftdruck eigen oder mit raschen Aenderungen in denselben verbunden. In den letzten Spalten sind gegeben: Luftdruck an der Meeresoberfläche am Orte des Aufstiegs, Form des Luftdruckes und Familienname der an der Fahrt betheiligten Luftschiffer. Alle Luftfahrten, bei denen der Ort des Aufstiegs nicht angegeben ist, wurden von Petersburg aus unternommen. Novogeorgiefsk liegt unterhalb, Ivangorod oberhalb Warschau an der Weichsel.

---

[1]) Siehe Pomortsef: „Wissenschaftliche Resultate von 40 Luftfahrten", St. Petersburg 1891.

[2]) Im Original der Tabelle fehlt von der 40. Fahrt an die Rubrik für die Höhe, auf die sich die Richtung des Ballons bezieht; wahrscheinlich ist es von da an dieselbe, die für die Geschwindigkeit gilt. In einigen Fällen ist im Original die Stunde der Fahrt nicht angegeben. In der Rubrik „Luftdruck" giebt die Zahl den Barometerstand im Meeresniveau beim Aufstieg an. Wo kein Ort genannt ist, fand der Aufstieg in St. Petersburg statt.

[3]) Hier fortgelassen.

No.	Tag und Stunde	Höhe m	v m. p. S.	Höhe m	Richtung	Luftdruck
1	18. Oktober 1885 1—4^h p	0 900 1860 1750	6,8 12,0 10,2 9,2	0 1000	90 185	756, Westtheil einer Depression
2	2. September 1886 0—4^h p	0 570 920	4,5 16,1 27,1	0 1000 1500	90 180 180	760, Keil hohen Druckes aus S
3	18. Juni 1887 2—4^h p	0 900	8,4 10,8	0 1050	837 292	762, Westtheil e. Anticyklone
4	28. Juni 1888 3—5^h p	0 1500 2600	5,5 15,9 10,3	0 1500 800	110 147 168	759, Westtheil einer Depression
5	2. August 1888 0—1^h p	0 1000 —	2,5 7,7 —	0 500 100	90 60 45	762, Nordtheil einer Anticyklone
6	22. August 1888 1—3^h p	0 610 825	7,2 6,5 12,8	0 800 850?	145 40 75	755, Osttheil einer Cykl., Keil h. Druckes aus S
7	30. August 1888 (Stunde?)	0 476 —	1,0 2,8 —	0 850 850	22 220 270	764, Westtheil einer Anticyklone
8	10. September 1888 ca 7^h p	0 570 —	8,0 12,4 —	0 1000 1500	360 340 346	769, Centraler Theil einer Anticyklone
9	26. Okt. 1888 4—5^h p	0 1088	2,0 8,1	0 1000	135 95	770, Anticyklone, Keil aus S
10	25. Juni 1889 11^h a—1^h p	0 646 1140	1,9 6,2 5,9	0 500 900	90 338 350	759, Sattelförmige Isobaren
11	2. August 1889 1—4^h p	0 1840 2950	7,2 8,9 12,8	0 1300 2850	185 180 115	756, Geradl. Isobaren an ein. Keil aus S
12	3. September 1889 Mittag	0 1580 —	3,9 10,1 —	0 500 1350	180 185 180	759, Westtheil einer Depression
13	3. Sept. 1889 ca 7^h p	0 1100	3,5 8,5	0 1100	45 180	761, Osttheil eines Keil aus S
14	7. September 1889 (Stunde?)	0 2080 —	4,5 10,6 —	0 600 2500	90 140 212	769, Osttheil einer Anticyklone, Keil aus NW
15	18. Sept. 1889 2—3^h p	0 970	4,2 5,9	0 970	90 195	773, Osttheil einer Anticyklone

No.	Tag und Stunde	Höhe m	v m. p. S.	Höhe m	Richtung	Luftdruck
16	9. Oktober	0	2,1	0	45	760, Westtheil
	1889	400	7,8	1000	80	einer
	2—4h p	1240	8,1	—	—	Anticyklone,
17	9. Okt. 1889	0	2,1	0	45	Aussen-
	2—8h p	620	7,1	1000	80	grenze
18	12. Okt. 1889	0	1,7	0	185	
	2—8h p	800	2,9	900	45	765, Nordseite ein.
						Keils, der von
19	12. Okt. 1889	0	1,7	0	175	Kaspi nach
	1—8h p	540	8,5	—	—	Norwegen
		850	6,8	1000	70	sich streckt
		1220	7,9	1800	80	
20	11. Jan. 1890	0	8,0	800	225	742, Centrum
	ca 2h p	800	2,8	500	245	einer Cyklone
21	20. Juni	0	5,1	0	202	
	1890	1250	9,8	500	202	
	11h a—8h p	1600	6,0	2000	175	757, Westtheil
						einer
22	20. Juni	0	5,6	0	202	Cyklone
	1890	—	—	1500	180	
	Mittag	2000	10,6	2000	202	
23	22. Juni	0	4,4	0	67	751, Osttheil einer
	1890	900	5,8	1800	0	Cyklone
	5—7h p	1800	6,4	1800	50	(Rücken)
24	26. Juni 1890	0	4,7	0	68	756, Sattelförmige
	Mittag	900	9,9	800	57	Isobaren
25	17. Juli	0	5,4	0	135	762, Osttheil
	1890	680	6,3	500	120	einer
	Mittag	—		1000	90	Anticyklone
26	2. Aug. 1890	0	6,9	0	112	756, Südtheil ein.
	1—2h p	1070	15,8	1070	94	gr. Depression
27	5. Aug. 1890	0	6,1	0	135	761, Osttheil einer
	0—1h p	950	7,5	1000	90	Anticyklone
28	13. August	0	7,2	0	22	760, Osttheil
	1890	1130	9,1	1000	60	einer
	1—2h p	—	—	1500	20	Cyklone
29	22. August	0	6,8	0	112	752, Westtheil ein.
	1890	460	7,6	850	90	Cykl., Isob.
	8—4h p	1200	7,6	—	—	leicht keilf.
30	5. September	0	8,7	0	270	
	1890	950	5,9	1500	240	
	2—4h p	1600	6,0	1800	225	768, Keilförmige
						Isobaren
31	5. September	0	3,7	0	270	
	1890	1850	3,8	1000	240	
	1—4h p	2275	5,3	2000	226	

No.	Tag und Stunde	Höhe m	v m.p.S.	Höhe m	Richtung	Luftdruck
32	12. September	0	3,7	0	348	754, Osttheil
	1890	400	6,4	—	—	einer
	10h a—1h p	877	6,3	700	55	Cyklone
		1000	6,1	1200	90	
33	22. Sept. 1890	0	5,0	0	45	769, Nordtheil einer Anticyklone (33 und 34)
	ca 1h p	1000	9,8	1700	90	
34	22. Sept. 1890	0	5,0	0	45	
	Mittag	1200	8,3	1200	69	
35	28. September	0	7,3	0	45	767, Nordtheil
	1890	1670	14,7	2200	74	einer
	11h a—4h p	2420	13,5	2420	75	Anticyklone
		2680	13,4	2680	75	
36	15. August	0	1,0	—	40	750, Centraler
	1891	1375	8,3	—	80	Theil einer
	(Stunde?)	1800	4,1	—	80	Cyklone
37	2. Aug. 1891	0	4,0	0	250	760, Osttheil
	0—3h p	400	2,3	400	260	einer Cyklone

No.	Tag und Stunde	Höhe m	v m.p.S.	Richtung	Luftdruck
38	2. August	0	4,0	—	760, Osttheil
	1891	465	9,5	—	einer Cyklone
	2—3h p	1070	7,0	—	
		1340	10,6	—	
39	6. August	0	5,2	180	750, Osttheil einer
	1891	900	9,7	225	Cykl., Theil-
	0—2h p	1300	10,9	225	minimum
40	14. September	0	6,5	315	765, Nordosttheil einer Anticyklone (40 und 41)
	1891	800	12,0	345	
	ca 4h p	1500	10,4	345	
41	14. September	0	4,0	—	
	1891	775	9,5	—	
	0—4h p	1340	15,0	—	
42	7. Juni 1893	0	13,0	110	770, Südtheil ein.
	0—1h p	570	8,4	130	Anticyklone
43	12. Juni	0	7,0	—	762, Südosttheil
	1893	600	8,0	—	einer
	11h a—1h p	1150	7,5	—	Anticyklone
		1620	9,7	—	

No.	Tag und Stunde	Höhe m	v m. p. S.	Richtung	Luftdruck
44	12. Juli 1893 0—2h p	0	3,0	—	753, Depression, am Orte Isobaren keilförmig
		900	5,0	75	
		1400	8,3	90	
		1850	14,1	100	
45	15. Juli 1893 11h a—2h p	0	4,0	315	755, Depress., am Orte Rinne niedr. Druckes
		850	0,9	295	
		2000	0,5	295	
46	15. August 1893 2—6h p	0	7,0	340	752, Westtheil einer Cyklone
		1200	4,8	315	
		2000	11,3	—	
47	17. Juni 1894 11h a—2h p	0	1,0	—	760, Nordtheil einer Cyklone
		610	3,7	—	
		1215	4,2	—	
		1445	4,2	—	
48	1. Juli 1894 4h a—6h p	288	3,2	70	767, Osttheil einer Anticyklone, keilförmige Isobaren. Aufstieg in Berlin. (Berson und Süring)
		590	4,4	70	
		810	6,5	70	
		1000	6,4	70	
		1154	6,0	90	
		1354	7,8	90	
		1670	7,0	90	
		2127	5,8	70	
		2466	6,4	45	
		2654	7,9	45	
		2950	7,1	45	
		3380	6,0	70	
		3860	6,3	80	
		4540	5,8	90	
		4990	5,9	210	
		5112	7,7	210	
49	6. Juli 1894 11h a—4h p	0	3,0	250	769, Nordtheil einer Anticyklone. Aufstieg in Berlin. (Berson und Baschin)
		950	7,3	190	
		1400	7,9	210	
		2000	6,6	250	
		2950	10,3	245	
		3650	12,2	260	
		3900	12,3	240	
50	4. August 1894 2—7h a	0	2,0	270	753, Osttheil einer Cyklone
		450	3,9	323	
		800	5,1	85	
		1000	5,8	70	
		1770	3,9	90	
		725	3,7	345	
51	6. September 1894 11h a—2h p	350	4,4	350	755, Westtheil einer Cyklone
		650	7,0	355	
		1375	2,3	330	
52	1. Oktober 1894 (Stunde?)	0	7,0	180	768, Osttheil einer Anticyklone
		550	16,9	140	
		1150	11,1	140	
		3500	19,1	—	

No.	Tag und Stunde	Höhe m	v m. p. S.	Richtung	Luftdruck
53	1. Oktober 1894 11h a—4h p	200 1250 1600 1800 2300 2500 2700 2900 3200	7,1 5,7 8,2 8,2 1,8 1,4 2,4 1,8 2,5	285 252 218 342 } Schleife 57 48 57	770, Südtheil einer Anticyklone, keilförmige Isobaren. Aufstieg in Warschau
54	3. Juni 1895 11h a—4h p	0 830 1350 1920	6,5 6,7 5,8 5,2	225 290 300 306	757, Westtheil einer Cyklone
55	10. Juni 1895 10—12h a	0 575 1150 1460	8,0 2,3 2,8 3,4	280 260 260 260	760, Südtheil ein. Depression, Isobaren am Ort keilförm.
56	21. Juni 1895 Mittag	0 1325 2050 2450	3,0 2,9 1,9 1,7	190 190 180 205	770, Nordwesttheil einer Anticyklone (56 und 57)
57	21. Juni 1895 2—4h p	0 500 1150 2000	2,0 3,0 1,4 2,0	210 210 225 225	
58	26. Juni 1895 10h a—1h p	960 1400 1730	2,5 2,6 6,6	260 210 227	757, Nordtheil ein. unregelmäss. Depression
59	3. Juli 1895 (Stunde?)	0 470 900	0 2,4 5,9	300 320 260	759, Osttheil einer Cyklone
60	10. Juli 1895 11h a—1h p	0 900 1475 2080 2540	3,0 7,0 7,0 5,6 6,7	200 102 91 102 107	759, Südosttheil ein. Cyklone, Isobaren am Ort keilförmig
61	15. Juli 1895 0—3h p	0 810 1670	3,0 5,2 5,1	220 205 228	748, Centraler Theil einer Depression
62	18. Juli 1895 11h a—3h p	0 250 1200	4,0 1,6 9,4	270 — —	762, Südwesttheil einer Anticyklone
63	3. August 1895 2—5h p	0 950 2200	2,0 2,7 3,0	310 370 360	762, Westtheil ein. schwach. Anticyklone
64	7. August 1895 10—12h a	0 500	2,0 4,4	190 188	746, Osttheil einer Cyklone

No.	Tag und Stunde	Höhe m	v m. p. S.	Richtung	Luftdruck
64	7. August 1895 10—12^h a	950 1200	6,7 8,8	190 192	746, Osttheil einer Cyklone
65	22. August 1895 (Stunde?)	0 1250 2420	11,0 12,0 11,8	— 185 185	760, Westtheil e. Cyklone, Isob. am Ort keilf.
66	27. August 1895 10^h a	0 900 1700 2650 3350	4,0 6,0 7,0 8,0 7,0	315 280 270 286 Schleife	765, Keil hohen Drucks aus Südwest, Aufstieg in Novogeorgiefsk
67	21. September 1895 1—2^h p	0 450 1000	8,0 12,0 17,5	335 335 335	758, Westtheil e. Cyklone
68	15. Oktober 1895 11^h a—1^h p	0 470 1010	7,0 12,0 12,0	— 105 105	747, Osttheil einer kleinen Cyklone
69	19. Juni 1896 11^h a—3^h p	0 800 1500 1800 2000	1,0 1,7 0,5 2,6 3,0	225 260 270 300 325	763, Osttheil einer Anticyklone, Aufstieg in Warschau
70	19. Juni 1896 10^h a—2^h p	0 585 1050 1800 2220	7,0 10,0 8,9 7,8 10,2	90 100 106 118 120	761, Osttheil einer Anticyklone, Isobaren keilförmig
71	23. Juni 1896 10—12^h a	0 1265 1710	3,5 7,8 12,7	45 20 10	757, Osttheil einer Cyklone
72	4. Juli 1896 3—5^h p	0 650 1530	6,0 3,8 1,5	270 320 68	755, Südosttheil e. Depr., Theilmin. am Ort
73	8. Juli 1896 9^h a—3^h p	0 750 1720 2120 2240 2850	4,2 6,6 10,0 13,6 15,3 18,7	197 182 170 160 170 160	759, Westtheil ein. Cyklone, Aufstieg in Novogeorgiefsk
74	25. Juli 1896 0—2^h p	0 560 875 1470	8,0 1,2 3,4 4,5	200 160 162 162	763, Unregelmäss. Geb. hohen Drucks, Aufst. Novogeorgiefsk
75	27. Juli 1896 (Stunde?)	0 1050 2200	0 7,5 10,6	— 180 205	763, Südtheil ein. Anticykl., keilf. Isob., Aufstieg Warschau

No.	Tag und Stunde	Höhe m	v m. p. S.	Richtung	Luftdruck
76	2. August	0	2,0	142	762, Westtheil
	1896	1900	5,7	276	einer
	1—4h p	2200	5,1	272	Anticyklone
77	5. August	0	1,2	55	760, Westtheil e.
	1896	1020	4,6	64	Depression,
	0—6h p	1500	7,8	92	Aufst. Novo-
		1850	10,3	98	georgiefsk
78	3. August	0	0,0	330	760, Westtheil e.
	1896	300	7,5	330	Depr., Isob.
	9—11h a	875	2,5	320	keilf. Aufst.
		1625	1,6	—	Warschau
79	26. August	0	4,0	135	762, Westtheil e.
	1896	875	3,5	160	unbest. Geb.
	2—5h p	1130	4,3	200	hohen Drucks,
		1700	5,4	195	Aufst. Nijni-
		2150	3,6	210	Novgorod
80	26. August	0	9,0	170	762, Osttheil ein.
	1896	990	10,4	185	Cykl., Aufst.
	2—5h p	1600	8,8	210	Ivangorod
81	6. September	0	3,0	—	762, Osttheil ein.
	1896	875	3,2	190	Anticyklone
	1—5h p	1590	4,7	135	Aufstieg aus
		2075	5,0	115	Ivangorod
82	13. September	0	2,5	110	767, Westtheil
	1896	420	5,0	170	einer
	0—2h p	860	6,5	174	Anticyklone
		1350	11,0	175	
83	20. September	0	2,0	340	756, Südtheil ein.
	1896	780	3,9	345	Cykl., Aufst.
	11h a—3h p	1110	3,6	320	Ossovets

Aus den angeführten Tabellen wird ersichtlich, dass die Mehrzahl der Aufstiege in Regionen von Cyklonen und Anticyklonen fällt und nur eine geringe Anzahl davon auf die von den Regionen hohen Luftdruckes ausgehenden Rücken oder Kämme kommt.

Die ziemlich bedeutenden Differenzen in den Zahlen der zu betrachtenden Elemente gestatten nicht die Frage über den Gang der Aenderung von Windrichtung und Geschwindigkeit im Zusammenhang mit der Höhe für verschiedene Theile jeder der gegebenen Regionen detaillirt zu verarbeiten, weshalb denn auch alle Beobachtungen von mir nur in zwei grosse Gruppen getheilt wurden, von denen eine alle in Cyklonen, die andere alle in Anticyklonon gemachten Fahrten umfasst. In einer jeden von diesen Gruppen wurden alle Beobachtungen in Schichten von je 500 m vertheilt, wobei in jeder Schicht das Mittel von der ganzen Zahlenreihe genommen

wurde. Alle auf diese Weise erhaltenen Zahlen sind in folgenden Tabellen gegeben.

Aenderung der Windgeschwindigkeit auf 100 m Höhe.

Luft-schicht	Cyklone: Aenderung der Geschwindigkeit für 100 m Höhe	Cyklone: Mittelhöhe in Metern	Cyklone: Zahl der positiven und negativen Aenderungen	Anticyklone: Aenderung der Geschwindigkeit für 100 m Höhe	Anticyklone: Mittelhöhe in Metern	Anticyklone: Zahl der positiven und negativen Aenderungen
0— 500	+ 0,86 (26)	824	+ 20 — 6	+ 0,44 (28)	864	+ 25 — 8
500—1000	+ 0,19 (28)	788	+ 20 — 8	+ 0,24 (20)	726	+ 14 — 6
1000—1500	+ 0,07 (22)	1248	+ 11 —11	+ 0,23 (18)	1200	+ 13 — 5
1500—2500	+ 0,84 (14)	1797	+ 10 — 5	+ 0,18 (22)	2040	+ 12 —10
2500—5000	—	—	—	+ 0,05 (12)	3300	+ 6 — 6

Aenderung der Windrichtung mit der Höhe.

Luft-schicht	Cyklone: Aenderung des Azimuts der Bewegung für 100 m Höhe in Graden	Cyklone: Mittelhöhe	Anticyklone: Aenderung des Azimuts der Bewegung für 100 m Höhe in Graden	Anticyklone: Mittelhöhe
0— 500	+ 1,7 (23)	875	+ 1,3 (22)	356
500—1000	+ 0,9 (22)	700	+ 0,5 (24)	688
1000—1500	+ 0,5 (17)	1228	+ 0,5 (18)	1180
1500—2000	+ 0,4 (18)	1667	+ 0,9 (17)	1877
2000—2500	+ 0,0 (4)	2204	+ 0,8 (12)	3465

Das Zeichen + bedeutet, dass der Wind mit der Höhe wuchs und von seiner ursprünglichen Richtung nach rechts ablenkte.

In Klammern findet sich die Zahl der Veränderungen der beobachteten Elemente angegeben, die zur Ableitung des Mittels gedient hat.

Bearbeitet man auf analytischem Wege die auf die Windgeschwindigkeit bezüglichen Daten, so erweist es sich, dass ihnen am meisten die Exponentialfunction der Form $Ae^{\beta h}$ entspricht, wobei A und β Zahlencoefficienten, e — die Basis der natürlichen Logarithmen und h — die Höhe bedeuten.

In der That, wenn man die Methode der kleinsten Quadrate auf die Zahlen der Aenderung der Windgeschwindigkeit bei den Aufstiegen in Cyklonen anwendet, so erhält man:

$$(1) \qquad \Delta^{v}_{100} = +\,0{,}0746\,e^{+\,2{,}014\,(1{,}125-h)} \quad (\pm\,0{,}03)$$

Δ^{v}_{100} zeigt dabei die Aenderung der Windgeschwindigkeit für jede 100 m bei verschiedener, in Kilometern ausgedrückter Höhe h. Das Glied

in Klammern $(1{,}125-h)$ wird immer mit dem Zeichen $+$ genommen. Für Anticyklonen erhält man folgenden entsprechenden Ausdruck:

$$(2) \qquad \triangle v_{100} = +0{,}481 e^{-0{,}667 h} \quad (\pm 0{,}04)$$

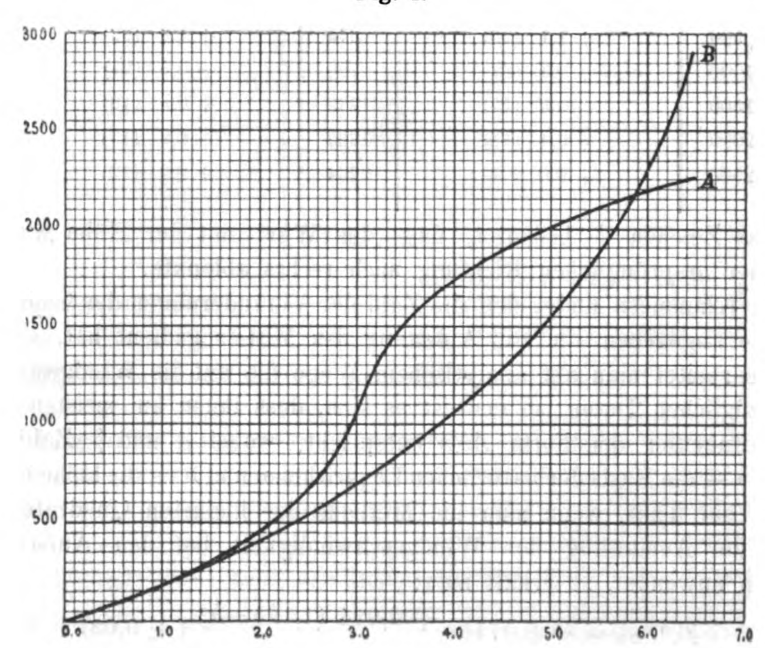
Auf Grund dieser Formeln wurden die Kurven der Veränderlichkeit der zu betrachtenden Elemente konstruirt.

Bei Betrachtung der Kurven ergiebt es sich, dass in Cyklonen die Windgeschwindigkeit nach oben anfangs rasch, dann aber immer langsamer und langsamer zunimmt. In der Höhe von annähernd 1300 m, d. i. in der Höhe der ersten Cumuli, bleibt die Wingeschwindigkeit fast unverändert, — höher aber nimmt sie wieder zu. Wie lange diese Zunahme der Geschwindigkeit fortdauert, kann nicht bestimmt werden, da aus Höhen von mehr als 2500 m fast gar keine Beobachtungen vorlagen.

In Regionen hohen Luftdruckes fand die grösste Geschwindigkeitsänderung ebenfalls unweit der Erdoberfläche statt, ihre Abnahme mit der Höhe war aber eine ununterbrochene.

Integriren wir die oben angeführten Gleichungen (1) und (2), so werden die sich ergebenden Formeln die absoluten Veränderungen der Windgeschwindigkeit mit der Höhe ausdrücken. Aus ihnen können wir dann schliessen, um wie viel der Wind auf einer gegebenen Höhe im Mittel stärker ist als an der Erdoberfläche. Die verticale Vertheilung der Wind-

Fig. 1.



geschwindigkeit ist in Fig. 1 gegeben, wobei die Kurve B sich auf Anticyklonen, die Kurve A aber auf Cyklonen bezieht. Die Abscissen dieser

Kurven zeigen, wie viel man zur Windgeschwindigkeit an der Erdoberfläche addiren muss, um die Windgeschwindigkeit in der Höhe zu erhalten; auf den Ordinaten ist die Höhe in Metern aufgetragen. So z. B. bei einer Höhe von 1000 m müssen bei Cyklonen 3 m zur Windgeschwindigkeit an der Erdoberfläche addirt werden, — bei einer Höhe von 2000 m aber bereits 5 m.

Was die Aenderung der Windrichtung mit der Höhe anbelangt, so erweist es sich, dass im Mittel, sowohl in Cyklonen als auch in Anticyklonen, der Wind mit der Erhebung nach rechts ablenkt. Betrachten wir die in den letzten Tabellen angeführten Zahlen, so ersehen wir, dass die Veränderungen der Azimute der Windrichtungen fast proportional sind den entsprechenden Veränderungen der Windgeschwindigkeit. Dieses Verhältniss tritt besonders deutlich hervor für die Mittel der Aenderungen von Windgeschwindigkeit und Richtung, welche aus allen entsprechenden Daten genommen werden, unbekümmert um die Druckvertheilung, zu welcher sie gehören.

Solche Mittelwerthe sind in folgender Tabelle aufgeführt:

Mittelhöhe in Metern	Aenderung der Windgeschwindigkeit $\triangle V_{100}$	Zahl der positiven und negativen Aenderungen der Windgeschwindigkeit	Mittelhöhe	Aenderung des Azimut des Windes $\triangle A_{100}$	$\frac{\triangle V_{100}}{\triangle A_{100}}$
845	+ 0,40 m	+ 45 — 9	865	+ 1,5°	0,2667
745	+ 0,21 m	+ 34 — 14	695	+ 0,7°	0,2999
1225	+ 0,14 m	+ 24 — 16	1200	+ 0,5°	0,2800
1970	+ 0,21 m	+ 22 — 15	1780	+ 0,7°	0,2931
3800	+ 0,05 m	+ 6 — 6	3150	+ 0,2°	0,2500 (?)

In der letzten Spalte der Tabelle ist das Verhältniss zwischen Aenderung der Windgeschwindigkeit und Aenderung des Azimut $\frac{\triangle V_{100}}{\triangle A_{100}}$ für entsprechend nahe Höhen gegeben. Wir sehen, dass für alle Höhen dieses Verhältniss fast unverändert bleibt, so dass im Mittel $\frac{\triangle V_{100}}{\triangle A_{100}} = 0{,}2850$, oder umgekehrt das Verhältniss des Windazimut zur Veränderung der Windgeschwindigkeit $\frac{\triangle A_{100}}{\triangle V_{100}} = 3{,}508$ ist[1]).

[1]) Hierbei ist indessen nicht zu übersehen, dass der Parallelismus im Gange der Geschwindigkeit und Richtung bei den Zahlenreihen für Cyklonen und für Anticyklonen gesondert nicht besteht, sondern nur bei deren Zusammenwerfen dadurch entsteht, dass die Kurve der Geschwindigkeiten in den Cyklonen mit jener der Richtungen in den Anticyklonen, und umgekehrt, übereinstimmt, was wohl dem Zufall zuzuschreiben ist. W. Köppen.

Auf diese Weise bezeichnen die Mittel der Veränderungen von Windgeschwindigkeit und Richtung deutlich die Schwankungen dieser Elemente mit der Höhe; dieses aber wäre durchaus nicht der Fall, wenn wir alle einzelnen Bestimmungen betrachten würden. In diesem Falle würden wir bemerken, dass der Wind mit der Höhe häufig abnimmt, statt zuzunehmen. In der Tabelle, Spalte „Zahl der positiven und negativen Aenderungen der Windgeschwindigkeit“ ist die Zahl der Fälle angegeben, wo in der Reihe gemachter Beobachtungen der Wind mit der Höhe wuchs, und wo er abnahm. Die Zahl der ersten Fälle ist mit dem Zeichen +, die der zweiten mit — bezeichnet.

Betrachtet man Letztere, so findet man, dass, je grösser die Zahl solcher Windänderungen, wo seine Stärke mit der Höhe abnimmt, im Vergleich zu Veränderungen entgegengesetzter Natur ist, um so geringer, im Mittel, die absoluten Veränderungen der Windstärke ausfallen. Da dem Wachsthum der Windgeschwindigkeit mit der Höhe eine Drehung des Windes nach rechts entsprach, so führen die vorangegangenen Betrachtungen zur Vermuthung, dass im Gegentheil der Abnahme der Windgeschwindigkeit mit der Höhe eine Drehung nach links entsprechen müsse.

Dabei muss aber bemerkt werden, dass die Richtung des Fluges des Ballons nicht genügend genau nach der Karte bestimmt werden konnte, da diese Bahn über Punkte, welche auf die Karte aufgetragen waren, mit einer aus freier Hand geführten Linie eingezeichnet wurde. Angesichts dessen, dass die Azimute der Bewegung des Ballons in der Mehrzahl der Fälle sich nur wenig ändern, könnte man daher schwerlich darauf rechnen, die Bestätigung der obenerwähnten Voraussetzung in der Betrachtung der einzelnen Bestimmungen zu finden. Von der Richtigkeit dieser Voraussetzung können wir uns noch auf Grund anderer Quellen überzeugen, nämlich aus Betrachtung der Beobachtungen über die Bewegung der Cumuli im Verhältniss zum Winde an der Erdoberfläche.

Zu diesem Zwecke benutzte ich Beobachtungen von fünf Festungs-Luftschiffer-Abtheilungen in Russland, welche seit Juli 1896 tägliche Beobachtungen über Wind und Wolkenbewegung mittelst Theodoliten meiner Construction anstellten.

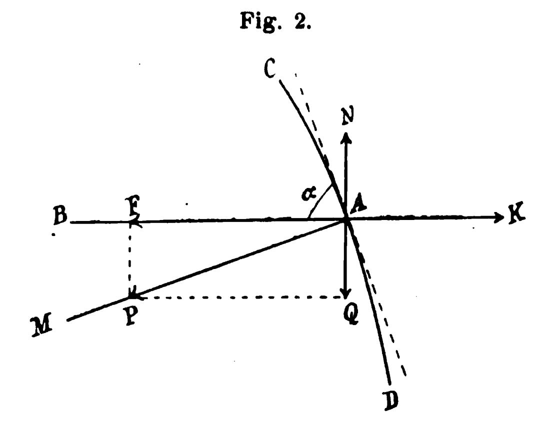
Da bei solchen Beobachtungen stets die Winkelgeschwindigkeit der Bewegung aller sichtbaren Wolken bestimmt wurde und die Mittelhöhe der Cumuli in verschiedenen Jahreszeiten bekannt ist, so war es möglich, über die Liniengeschwindigkeit der Bewegnng dieser Wolken mit genügender Genauigkeit zu urtheilen. Gleichzeitig wurden Beobachtungen über Windstärke mit Hülfe von Stationsanemometern angestellt.

Das Vergleichen der Geschwindigkeit des Windes und der Cumuli ergab in der That nach den in den obenerwähnten Stationen im Laufe fast eines ganzen Jahres gemachten Beobachtungen, dass ungefähr 90% aller beobachteten Fälle den obenerwähnten Zusammenhang bestätigen d. i. dass,

wenn die Cumuli sich nach rechts richten, die Liniengeschwindigkeit ihrer Bewegung zunimmt; wenden sie sich aber nach links von der Windrichtung, so wird die Geschwindigkeit der Wolken geringer als diejenige des Windes. Nur ungefähr 10% aller beobachteten Fälle erwiesen sich als Ausnahmen. Aber dieses waren eben jene Fälle, in denen der Wind unten oder oben rasch seine Richtung änderte, so dass er sich im Laufe weniger Stunden um 90 und mehr Grad drehte; infolgedessen bot das Vergleichen selbst schon wenig Sicherheit. Die auf diese Weise bestätigte Allgemeinheit der erwähnten Abhängkeit zwischen den verticalen Aenderungen von Windrichtung und Geschwindigkeit verleiht die Möglichkeit, die gefundene Gesetzmässigkeit zu benutzen, um die Grösse der Luftreibung zu bestimmen.

Bestimmung der Grösse der Luftreibung. Stellen wir uns vor, dass Lufttheilchen sich in einer gewissen Richtung AB, welche den Winkel α mit der Richtung der Isobare CD auf Erden (siehe Fig. 2) bildet, bewegen. Bezeichnen wir die Kraft, welche die Lufttheilchen in der Richtung des Gradienten AM in Bewegung setzt, durch P. Die ablenkende Bewegung der Erdrotation auf die beweglichen Lufttheilchen ist der Bewegung derselben stets perpendikulär, d. i. in unserem Falle muss diese Kraft nach AN, perpendikulär zu AB, gerichtet sein. Bekanntlich wird die Kraft AB durch $2\,\omega\,.\,v\,.\,\sin\varphi$ ausgedrückt, wo ω die Winkelgeschwindigkeit der Drehung des Erdballes um seine Axe, v die Liniengeschwindigkeit der Bewegung der Lufttheilchen, φ den Breitegrad bezeichnen.

Fig. 2.



Auf die Lufttheilchen, welche sich in der Richtung von A nach B bewegen, wirkt die Reibung, welche der Luftbewegung stets entgegengesetzt, sich folglich von A nach K richtet. Benennen wir letztere Kraft durch K. Nimmt man an, dass die Lufttheilchen sich für eine Zeit lang gleichmässig bewegen, so werden sich alle Kräfte im Gleichgewicht befinden, und wir werden berechtigt sein, folgende Bedingungen niederzuschreiben.

$$P\cos\alpha = 2\,\omega\cdot v\cdot\sin\varphi \tag{3}$$

$$P\sin\alpha = K \tag{4}$$

Differenzirt man die Gleichung (4) nach h, da wir gesehen haben, dass die Windrichtung oder der Winkel α mit der Höhe sich ändert, so erhält man:

$$P \cos\alpha \frac{d\alpha}{dh} = \frac{dK}{dh}$$

oder

$$2\,\omega \sin\varphi\, v \frac{d\alpha}{dh} = \frac{dK}{dh}$$

Aus der oben abgeleiteten Abhängigkeit wissen wir, dass

$$-\frac{d\alpha}{dv} = 3{,}508 \text{ oder } \frac{d\alpha}{dh} = 3{,}508 \,.\, \frac{dv}{dh}$$

Setzt man diesen Ausdruck in die letzte Gleichung, so findet man:

$$2 \,.\, 3{,}508 \,.\, \omega \,.\, \sin\varphi \,.\, v \,.\, \frac{dv}{dh} = \frac{dK}{dh}$$

Beide Theile der Gleichung mit d h multiplicirend und sie integrirend, erhält man:

$$3{,}508 \,.\, \omega \,.\, v^2 \,.\, \sin\varphi = K \tag{5}$$

D $\omega = 0{,}000073$, so ist der Ausdruck für Reibung:

$$K = 0{,}000256 \,.\, v^2 \,.\, \sin\varphi \tag{6}$$

Wie ersichtlich, ist die Reibung dem Quadrate der Geschwindigkeit der Luftbewegung proportional und ist dabei die für Reibung gefundene Grösse viel bedeutender als diejenige, welche Guldberg und Mohn für die Küstenstationen Europas auf Grund der Beobachtungen über Ablenkung des Windes von der Richtung der Gradienten annahmen[1]).

---

[1]) Der scheinbare Einfluss der Breite φ auf K würde wohl wegfallen, wenn der Quotient $d\alpha/dv$ für verschiedenen Breiten bestimmt worden wäre; derselbe ist für veränderliche Breiten sicherlich nicht konstant.

Die Formeln (3) und (4) gelten für gleichförmige Bewegung. In den ersten Abhandlungen von Guldberg und Mohn (vgl. „Oesterr. Meteor. Zeitsch." 1877. S. 59) hat es sich bereits gezeigt, dass sie auf den durchschnittlichen Zustand der untersten Luftschicht nicht ohne Weiteres anwendbar sind, indem sich aus ihnen für den gegebenen Winkel α eine viel grössere Windgeschwindigkeit ergiebt, als mit den Anemometern gemessen wurde. Im Jahrgange 1888 der „Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie" ist auf Seite 642 daraus der Schluss gezogen, dass die nach der Methode von Guldberg und Mohn aus der Grösse des Ablenkungswinkels abgeleiteten Werthe für die Reibung nicht als wirklicher Ausdruck der Zustände in der untersten Luftschicht zu betrachten sind, da sie viel zu klein sind. Wir haben es eben an der unteren Grenze der Atmosphäre durchschnittlich nicht mit in gleichförmiger, sondern in verzögerter Bewegung begriffener, weil kürzlich erst in diese Schicht gekommener Luft zu thun.

In Sprungs „Lehrbuch der Meteorologie" (1885, S. 131) ist der Nachweis geführt, dass bei der gegenseitigen Beeinflussung der Luftschichten, wie sie in der Atmosphäre mehr oder weniger immer durch Massenaustausch stattfindet, die Richtung sich anders verhält als die Geschwindigkeit, indem bei nach oben zunehmender Geschwindigkeit der Winkel zwischen Wind und Gradient unter Umständen doch noch grösser sein kann in der Grundschicht als in der freien Atmosphäre.

Wenn wir die Kurven der verticalen Aenderungen von Windrichtung und Geschwindigkeit für Cyklone und Anticyklone gesondert betrachten, so finden wir, dass die nachgewiesene Proportionalität in deren Aenderung mit der Höhe nur bis zum Niveau von ungefähr 1300 m, welches der Mittelhöhe der Cumuli entspricht, stattfindet. Da die Bewegung dieser Art Wolken in der Richtung der Isobare auf der Erdoberfläche geschieht, so darf mit Wahrscheinlichkeit zugegeben werden, dass die Reibung der Luft in bedeutendem Masse, durch Adhäsion einzelner Lufttheile aneinander, nur bis zu Höhen sich mittheile, welche geringer sind als diejenigen, bei denen die ersten Cumuli erscheinen. Infolgedessen fällt die Bewegung dieser Letzteren mit der Richtung der Isobare nahe zusammen, ebenso wie es auf dem Meere, wo die Reibung unbedeutend, für unteren Wind der Fall ist.

Schlussfolgerungen über Luftströmungen in verschiedenen Höhen in Verbindung mit Wolkenbeobachtungen. Oben wurde Alles dargelegt, was aus Resultaten von Beobachtungen auf Luftschiffen über Luftströmungen in verschiedenen Höhen gefolgert werden konnte. Weitere Forschungen in dieser Richtung, besonders auf hohe Luftschichten bezüglich, können nur auf Grund der Beobachtungen über Wolkenbewegung unternommen werden.

In den „Izvestiya" der Kais. russ. Geogr. Ges. für 1893 wurden die Resultate sowohl meiner ersten Untersuchungen in dieser Richtung als auch einiger anderen angeführt.

Die dort angeführten Resultate basirten auf Beobachtungen, gemacht mit Hülfe von Theodoliten meiner Construction, welche es ermöglichen, Azimut und Winkelgeschwindigkeit der Wolkenbewegung ziemlich genau zu bestimmen. Die angegebenen Resultate konnten im Ganzen auf Folgendes zurückgeführt werden:

„Zwischen der Form der Isobaren auf der Erdoberfläche und dem Gange der Veränderungen von Windrichtung und Geschwindigkeit mit der Höhe existirt ein enger Zusammenhang. Wie immer die Vertheilung des Luftdruckes auf der Erdoberfläche auch sein mag, die Bewegung der Cumuli und die Richtung der Isobare am Boden fallen stets zusammen, wobei die erstere stets in dem Sinne des allgemeinen Kreislaufes der Atmosphäre in

---

Ist dieses auch nur Ausnahme, so ist doch wohl stets die Abnahme dieses Winkels bei herabsteigenden Luftmassen relativ geringer als die Abnahme der Geschwindigkeit.

Immerhin können die nach dem Guldberg-Mohn'schen Verfahren aus dem Winkel α abgeleiteten Grössen der Reibungskonstante als Relativwerthe, die für eine gewisse Höhe über dem Erdboden auch reale Bedeutung haben, sehr nützliche Anwendung in der Meteorologie finden, da sie für viel mehr Orte bestimmt werden können und freier von ganz lokalen Umständen sind als die aus dem Quotienten v: Grösse des Gradienten bestimmten, welche letzteren doch auch nicht frei sind von dem Einfluss der einseitigen Ungleichförmigkeit der durchschnittlich verzögerten Bewegung der untersten Luftschicht. W. Köppen.

Regionen von hohem und niederem Drucke gerichtet ist. Wenn der Wind (in den oberen Schichten) mit der Höhe nach rechts dreht, so wird dieses meistens von Sinken des Barometers begleitet; dreht er nach links, so ist es umgekehrt.

Richtung und Geschwindigkeit der Bewegung der Cirren steht in engem Zusammhange mit Entstehung und Richtung von Cyklonen, wobei Wolken dieser Art in breiten, mehr oder minder gradlinigen Strömen fliessen. Am häufigsten läuft die Bewegungsrichtung der Cirren dem Theile der Isobare 760 mm parallel, welcher der Verbindungslinie der Centren hohen und niederen Luftdruckes benachbart ist."

Weitere Beobachtungen in dieser Richtung bestärkten noch mehr den Zusammenhang zwischen der Bewegung der Cirren und der Entstehung von Cyklonen; der Luftschiffer Lieut. Y a b l o t s h k o f, welcher im Sommer 1895 mit dem erwähnten Theodoliten arbeitete, bemerkte, dass, je grösser die Winkelgeschwindigkeit der Cirren sei, um so rascher das Barometer sinke. Die obenerwähnten Beobachtungen der Luftschiffer-Abtheilung ergaben in dieser Beziehung ebenfalls reiches Material, dessen Bearbeitung zu Schlüssen führt, die ich hier in Kürze darlegen will.

Uebersteigt die Winkelgeschwindigkeit der Cirruswolken 7 Bogenminuten in 1 Secunde, so beginnt darauf das Barometer zu sinken. Dieses Sinken geht um so rascher vor sich, je grösser die Winkelgeschwindigkeit der Wolkenbewegung ist, wobei jede Minute des Wachsens der Winkelgeschwindigkeit ein Sinken des Barometers um $^2/_8$ mm (für welchen Zeitraum?) entspricht. Beträgt die Winkelgeschwindigkeit weniger als 7 Bogenminuten, so fängt das Barometer im Verhältniss zu steigen an. Der tiefste Stand des Barometers verspätet sich um 24 Stunden und mehr gegen die Zeit, wann die Bewegung der Cirruswolken die höchste Geschwindigkeit erreicht. Erreicht die Winkelgeschwinkigkeit der Cirren die Geschwindigkeit von 9 Bogenminuten in 1 Sekunde, so kann man mit grosser Wahrscheinlichkeit im Laufe der folgenden 24 Stunden Niederschlag erwarten. Diese Wahrscheinlichkeit wird um so grösser, je grösser die Geschwindigkeit der Cirren ist.

Vom Sommer zum Winter nimmt die Winkelgeschwindigkeit der Cirren im Ganzen zu.

Man darf nicht vergessen, dass alle Resultate auch hier sich auf Mittel beziehen. Die einzelnen Beobachtungsziffern sind mehr oder minder voneinander verschieden, doch ist dieses hauptsächlich dem Höhenunterschied der beobachteten Cirren zuzuschreiben.

Was die Richtung der Cirruswolken im Allgemeinen anbelangt, so wurden die Resultate meiner früheren Forschungen bestätigt.

Die Bewegung der ersten Cumuli fällt mit der Richtung der Isobare an der Erdoberfläche zusammen, wie immer der Typus des Luftdruckes auch

sein mag. Die Cirren wurden meistens als zwei mächtige, miteinander einen mehr oder weniger grossen Winkel bildende Ströme beobachtet. Am Orte, wo diese Ströme sich kreuzten, zeigten die Wetterkarten „sattelförmige Isobaren“ [1]).

Der Horizontalflug.

Von **Karl Lorenz** in Wien.

Die Durchführbarkeit aviatischer Probleme wird in jüngster Zeit häufig von der Schaffung einer Maschine abhängig gemacht, deren Constructionsgewicht einschliesslich des gesammten Materialverbrauches für die beabsichtigte Fahrtdauer sich zwischen den Grenzen von 5 bis 15 kg pro Pferdekraft bewegen müsse.

Es ist trotz der raschen Fortschritte auf maschinentechnischem Gebiete unwahrscheinlich, dass dieses Ziel in der nächsten Zeit ohne Vernachlässigung der unbedingt notwendigen Betriebssicherheit erreicht werden wird, sei es durch die Schaffung eines idealen Condensators für die relativ leichtesten Dampfmaschinen oder durch ein constructives Wunder, welches die Explosionsmotoren, die durch den Automobilismus in eine für die Luftschiffahrt günstige Entwicklungsbahn gedrängt wurden, auf die nothwendige Stufe der nahezu vollkommenen Gewichtslosigkeit bringen würde. Aber selbst nach Herstellung dieser Zukunftmaschine wäre kaum daran zu denken, einigermassen bedeutende Lasten mit rein aviatischen Mechanismen durch die Luft zu führen, wenn man von den ganz aussichtslosen Bestrebungen absieht, welche den Flug ohne nennenswerthe Betriebskraft auszuführen bezwecken.

Andererseits ergiebt sich aber ebensowohl aus den angeführten als aus den folgenden Thatsachen, dass die sich immer wiederholenden Versuche zur Lenkbarmachung des Ballons lange nicht so sinnlose Unternehmungen sind, als wie gewisse Kreise sie bezeichnen zu müssen vermeinen und dass insbesondere der Gedanke der theilweisen Entlastung, durch welche ein heute erreichbares Maschinengewicht mitgeführt werden kann, umsoweniger kurz von der Hand zu weisen sei, als wegen des kleineren Ballonvolumens zweifellos bessere Resultate zu erzielen sind, als mit freischwebenden Ballons. Gleichwohl ist von Vorherein klar, dass die zuletzt angeführten Methoden, welche im Gegensatze zur Aviatik uns vorläufig überhaupt ein Mittel zum Aufsteigen in die Luft an die Hand geben, keinesfalls die von der Luft-

---

[1]) Im Weiteren führt der Verfasser einige Beispiele verschiedener Richtung der Luftströmung in verschiedenen Höhen an (z. B. No. 40 der Tabelle) und geht dann auf einige Betrachtungen über die mechanische Entstehung von Cyklonen und Anticyklonen durch Wirkung oberer Ströme ein, ohne eine nähere Begründung seiner Anschauungen zu geben.

schiffahrt erhofften Umwälzungen auf verkehrstechnischem Gebiete hervorrufen können, weil diese Flugcolosse mit ihren 10 bis 15 secundlichen Metern kaum die halben Geschwindigkeiten unserer modernen Schnellzüge erreichen können — wenn die Luft ruhig ist.

Nun steigt aber die mittlere Windgeschwindigkeit in den für die Aëronautik geeigneten Höhen auf 15 bis 20 Secundenmeter an[1]), so dass ein regelmässiger Verkehr vom Anbeginne an ausgeschlossen erscheint und demnach eine Vervollkommnung der Ballontechnik nur militärischen und eventuell wissenschaftlichen Zwecken dienlich sein könnte.

Ein Verkehrsmittel, welches in der Luft seinen Weg sucht, muss wohl die mittleren Windgeschwindigkeiten um ein Vielfaches übertreffen und die üblichen Verkehrsgeschwindigkeiten bedeutend überholen, wenn es als solches Aussicht auf Erfolg haben will. Bedenkt man nun, dass unseren modernen Expresszügen bei Geschwindigkeiten bis zu 30 Secundenmetern nicht einmal eine zur Ueberwindung des Luftwiderstandes geeignete Form gegeben wurde, so gelangt man in Uebereinstimmung mit dem früheren Satze zu dem Schlusse, dass die künftigen Luftschiffe, welche den zur Tragung des Gesammtgewichtes nöthigen Luftwiderstand nur durch ihre Geschwindigkeit erzeugen müssen, ihre Bahn voraussichtlich mit einer ganz abnormen Schnelligkeit verfolgen werden.

In dieser schwer erreichbaren und vielleicht gewagten Geschwindigkeit liegt gleichzeitig die Vorbedingung für die Möglichkeit des Fliegens und die Zweckmässigkeit des neuen Verkehrsmittels. Allerdings müsste dann wohl der gebräuchliche Calculationsweg verlassen und einfach die Frage erörtert werden: wie gross muss die reducirte Stirnfläche für eine indicirte Pferdekraft sein, damit ein gegebenes und erreichbares Constructionsgewicht durch die Luft geführt werden kann.

Es kommen hiebei natürlich nur jene Projecte in Betracht, welche eine unter einem unveränderlichen Winkel eingestellte Fläche durch eine horizontal wirkende Kraft vorwärts treiben (Kriterium des „Drachenfliegers“) oder jene, welche eine unter einem variablen Winkel geneigte Fläche durch eine in ihrer Bewegungsrichtung zur Geltung kommende Kraft durch die Luft führen (Kriterium des „Seglers“).

Nach den von Herrn Ingenieur Popper veröffentlichten Formeln ergiebt sich der günstigste Neigungswinkel (α) eines Drachenfliegers mit dem Verhältnisse der Stirnfläche zur Unterfläche $\frac{f}{F} = m$ aus

$$tg^2\alpha = \frac{(m-1) + \sqrt{m^2 + 34\,m + 1}}{6}$$

---

[1]) Nach der Formel $\left(\frac{H}{h}\right)^{\frac{1}{4}} = \frac{V_H}{v_h}$ für Höhen von 200 — 300 m bei einer mittleren Windgeschwindigkeit von 4 bis 5 m an der Erdoberfläche berechnet.

und die Secundenarbeit mit

$$E = \sqrt{\frac{G^3}{kF}} \quad \frac{\sin^2 \alpha + m \cos^2}{[(1 - m) \sin \alpha \cos \alpha]^{\frac{3}{2}}},$$

wobei G das Gesammtgewicht und k die Beziehung zwischen Luftgewicht und Acceleration der Schwere bedeutet.

Es ist ohne weiteres zu ersehen, dass bei einem gegebenen Constructionsgewichte und bei constanter Arbeit durch beliebige Veränderungen des Coefficienten m auch beliebige Resultate zu erzielen sind. Practische Beispiele führen unter der Voraussetzung ausführbarer und sicherer Constructions- und Maschinengewichte zu Winkeln, welche von 0 nicht mehr viel verschieden sind und zu Geschwindigkeiten, welche Niemand ohne Gefährdung seines Rufes vorschlagen kann, geben aber bei graphischer Darstellung äusserst übersichtliche und lehrreiche Resultate. Es sei nur erwähnt, dass unter Voraussetzung eines 50 percentigen Nutzeffectes der ganzen Maschinenanlage (incl. Propeller) ein rasches Anwachsen des mitführbaren Gesammtgewichtes bei circa 10 cm^2 reducirter Stirnfläche pro Pferdekraft (indicirt) zu resultiren beginnt. Moderne Maschinengewichte von 40 bis 60 kg pro HP mitzuführen, wird innerhalb der zulässigen Flächenbelästigungen erst möglich, wenn die auf eine indicirte Pferdekraft bezogene Stirnfläche, nur mehr Quadratmillimeter beträgt und die Geschwindigkeit des Schiffes sich der des Schalles oder der Geschosse nähert.

Der bedeutende Einfluss der Stirnfläche, welche wegen ihrer kleinen relativen Dimensionen colossale Leistungen der Maschine erfordern würde, mag neben der Unausführbarkeit so kleiner und präciser Neigungswinkel und der ungemessenen Geschwindigkeit wohl der Grund gewesen sein, dass bisher alle reinen Drachenflieger mit Flächenneigungswinkeln von 7 bis 14 Grad gebaut wurden, die bei mässigen Geschwindigkeiten den hervorragenden Einfluss der Stirnfläche zurücktreten lassen, dafür aber eine Flächenbelastung von höchstens 1 bis 2 kg pro Quadratmeter bei unausführbar leichten Maschinen verlangen.

Wenn schon die Ausführbarkeit leichter und sicherer Tragflächen von mehreren hundert Quadratmetern angegezweifelt werden muss, so ist gewiss, dass dieselben selbst bei den verhältnissmässig kleinen Geschwindigkeiten derartiger tragfähiger Apparate sicher Deformationen erleiden müssten, welche die sorgfältigst abgewogenen Gleichgewichtsbedingungen beim ersten Versuche derart stören würden, dass ein kräftiger Windstoss zur Zerstörung des Versuchsobjectes gar nicht mehr nothwendig wäre.

Viel wichtiger ist es aber, dass bei solchen, meist weit ausladend gewählten Flächen bedeutende Reductionen des Stirnwiderstandes wegen der nothwendigen Versteifungsrippen und Spannschnüre nicht durchgeführt werden können und dass die häufig gebrauchte Phrase: „Der Stirnwiderstand werde auf ein Minimum reducirt,“ eben nur eine Phrase ist, so lange der

positive Beweis für die Grösse desselben durch ein vollständig ausgeführtes Detailproject nicht dargethan ist.

Diese leichten Apparate haben daher bei grösseren Ausführungen immer Misserfolge gezeitigt, welche auch durch die Berufung auf die günstigsten und meist bestrittenen Formeln und auf Hilfsmittel, wie gekrümmte Flächen, Spannungsgesetze etc. nicht wett gemacht werden können.

Die verschiedenen günstigen und ungünstigen Momente des Drachens lassen sich im „Segler" zu einem ökonomischen und harmonischen Ganzen vereinen. In diesem Falle wird einer Tragfläche eine grösstmögliche Beschleunigung ertheilt und mit Hilfe derselben (und eventuell des Windes) der eingetretene Fallverlust durch entsprechende Winkelstellung wieder eingebracht.

Da hier Kraft (P), Bewegungswiderstand (W), Geschwindigkeit (v) und Neigungswinkel (α) steten Veränderungen unterworfen sind, so können die resultirenden, äusserst complicirten Verhältnisse theoretisch schwer wiedergegeben werden. Jedenfalls wird an Stelle der nach Eintritt des Beharrungszustandes für einen bestimmten Weg (s) des Drachens allgemein geltenden Formeln $Ps = Ws$ der Ausdruck

$$\int P\,ds = \int W\,ds + \int M\,v\,dv \quad [1]$$

zu treten haben, worin M die fortschreitende Masse darstellt.

Das erste Glied rechts vom Gleichheitszeichen bedeutet die Widerstandsarbeit und das zweite, die einer beliebigen Geschwindigkeitsänderung entsprechende Arbeit, also die lebendige Kraft, welche beim Beginne der Bewegung durch irgend eine Kraft (Schwerkraft beim Absturz, Maschinenarbeit etc.) erzeugt wird, in einem beliebigen Stadium des Fluges beliebig verwertet und beim Landen des Schiffes vernichtet werden muss.

Herr Ingenieur Popper hat mehrmals nachzuweisen versucht, dass es niemals ökonomisch sein könne, an Flughöhe su verlieren und daraus ein Verdammungsurtheil für den Wellenflug, den die meisten Flugthiere fliegen, abgeleitet. Hiebei wurde aber nicht berücksichtigt, dass — selbstverständlich unter der Voraussetzung kleiner Flugwinkel bei stets gleichmässiger Maschinenleistung — die Arbeit der Maschine an der Schraube nur in einem Bruchtheile nützlich gemacht werden kann. Dieser Bruchtheil an nutzbarer Arbeit wird nun am vortheilhaftesten zur Erzielung einer grösstmöglichen Geschwindigkeit verwendet, welche den Aufflug mit kleineren und daher günstigeren Winkeln, als der Drache, zulässt unter Benützung der aufgespeicherten Kraft, die mit sehr bedeutendem Nutzeffecte, direct von der Fläche abgenommen werden kann.

---

[1]) Dem Ausdrucke rechts vom Gleichheitszeichen ist ein dem zweiten analoges Glied anzufügen, wenn rotirende Massen (z. B. Schwungräder) in Wirksamkeit treten.

Wenn auch die Schwerkraft bei Vorhandensein einer entsprechenden Geschwindigkeit mit Vortheil zur Vermehrung des Schwungmomentes benützt werden kann, so sei hier doch der Einfachheit halber eine horizontale Flächenführung vorausgesetzt, bei welcher schon auf äusserst günstige Weise der gesammte Normaldruck auf die Fläche zur Tragung derselben ausgenützt werden kann. Die grösste, erreichbare Geschwindigkeit bestimmt sich in diesem letzteren Falle mit

$$v = \sqrt[3]{\frac{E}{kf}}$$

und der Fallwinkel aus

$$tg^2\alpha = -0{,}5 + \sqrt{0{,}25 + \left(\frac{G}{kFv^2}\right)^2}$$ [1])

Die Tragfähigkeit des Schiffes ist hier nur von v, also bei gegebenem Arbeitsaufwande und bei gegebener Flächenbelastung nur von der Stirnfläche abhängig und kann demnach durch Verkleinerung derselben beliebig erhöht werden. Es resultiren ähnliche Verhältnisse, wie beim scharf gebauten Drachen, wenngleich durch die Manövrirfähigkeit des Schiffes und wegen der grösseren Schnelligkeit bei Wahl geeigneter Winkel bedeutendere Lasten hochgebracht und auch schwebend erhalten werden dürften.

Der Vergleich mit dem Drachenflieger soll aus einem kleinen Beispiele gezogen werden, welches gleichzeitig einige Aufschlüsse über die colossalen, constructiven Anforderungen beider Typen durchblicken lassen wird.

Ein 19 kg schwerer Drachenflieger mit einem Flächenverhältnisse $\frac{f}{F} = 0{,}00025$ legt unter dem günstigsten Neigungswinkel von rund $1^1/_2$ Graden und bei einer Gesammtnutzung der einpferdigen Maschine von 50 % circa 56 Secundenmeter (doppelte absolute Schnellzugsgeschwindigkeit) zurück. Das Maschinengewicht beträgt bei einer Unterfläche von 2 Quadratmetern 14 kg, die reducirte Stirnfläche 5 cm². Unter der Annahme eines Reductionscoëfficienten von $^1/_{20}$ würde eine derartige Maschine bei einer locomotivähnlichen Construction für grosse Leistungen mit einer effectiven, maximalen Querschnittsfläche von 100 cm² pro HP ausführbar sein, wenn man die Erzielbarkeit des geringen, relativen Gewichtes als möglich annimmt.

Bei horizontaler Flächenführung steigt der secundliche Weg auf $85^1/_2$ Meter (dreifache Expresszugsgeschwindigkeit) und der Neigungswinkel sinkt entsprechend einem secundlichen Höhenverlust von nicht ganz einem Meter auf rund 37 Minuten.

---

[1]) Abgeleitet aus den Loessl'schen Grundformeln.

Stellt man die Fläche unter dem früheren Drachenwinkel ein, so kann man in einer Secunde eine Höhe von $1^1/_8$ m[1]) gegen Verlust von nur einigen Zehntelmetern Geschwindigkeit $\left[\frac{G}{2g}(v_1 - v^2_2)\right]$ wieder gewinnen und natürlich auch die verlorene Geschwindigkeit durch Verkleinerung des Neigungswinkels bei constant arbeitender Maschine ganz nach Belieben wieder einbringen.

Ebenso wie in diesem Beispiele lässt sich das Rationelle des Wellenfluges auch unter anderen Annahmen darthun. Der Apparat muss immer schneller fliegen, wie ein gleich dimensionirter Drachenflieger, verlangt daher kleinere Neigungswinkel und durchfährt eine flache Bahn, welche für die Insassen des Fahrzeuges ebensowenig unangenehm wäre, wie die Bahnrampen für die Reisenden.

Es ist nicht zu bezweifeln, dass das Einhalten der Horizontalen auf grosse Schwierigkeiten stösst, immerhin aber leichter zu erreichen sein wird, als das Fliegen mit einem sehr fein und genau eingestellten Drachenwinkel, weil die Fläche durch die natürliche Anordnung der Triebkraft das Bestreben haben wird, sich in der Richtung des geringsten Widerstandes vorwärts zu bewegen und weil es in diesem Falle vollständig gleichgültig bleibt, ob der Winkel etwas über oder unter die Horizontale geneigt wird, wenn man nur für die rechtzeitige Aenderung desselben vorsorgt.

Eine viel wichtigere und bedeutungsvollere Frage aber ist es, ob man weit ausgreifende Flächen, welche nach R. v. Loessl's neuen Formeln allein vortheilhaft erscheinen, entsprechend leicht und fest mit einem geringen Stirnwiderstande herstellen kann, oder ob die Wahl einer verhältnissmässig langgestreckten Form mit sehr kleinem Reductionscoëfficienten, grosser Stabilität und grosser Fluggeschwindigkeit die constructive Frage nicht nur bedeutend vereinfacht, sondern bei der Nothwendigkeit einer grösseren Fläche überhaupt lösbar macht.

Die vortheilhafteste Beziehung zwischen der relativen Tragfähigkeit (Klafterweite) und der erreichbaren Geschwindigkeit (Stirnwiderstand) ist ein sehr wichtiges Moment und sei diesbezüglich nur bemerkt, dass das oftmals citirte Kreisen der Vögel einem wohligen Bade im Luftmeere gleichkommt, welches vielleicht durch gewisse Lebensbedingungen nothwendig gemacht wird, dass aber der Vogel (Schwalbe) im raschen Fluge durch die Flügelstellung gleichzeitig seine Stirnfläche und den Reductions-

---

[1]) Unter der Voraussetzung, dass der Stirnwiderstand von der continuirlich arbeitenden Maschine bestritten wird, nach den Formeln: $\sin(\alpha - \delta) = \frac{G}{0{,}12\, F v_m^2 \cos\alpha}$; $E = Gv\, tg\, \alpha \cos\delta$; $h = v \sin\delta$ berechnet, wobei δ den Steigwinkel und h die Steighöhe bedeutet. Siehe: Jarolimek, Z. d. oe. J. u. A. V. No. 30 u. 31 ex 98.

coefficienten derselben herabmindert, um nach erreichter Maximalgeschwindigkeit mit weit ausgebreiteten Schwingen nach aufwärts zu gleiten, wobei wiederum die Verschiebung des Schwerpunktes zum Druckmittelpunkte eine grosse Rolle spielt.

Jedenfalls hat der Segler dem Drachen gegenüber bei sonst gleichen Verhältnissen den natürlichen Bau, eine bedeutende Manövrirfähigkeit und eine grössere Geschwindigkeit bei demselben Kraftaufwande voraus, lauter Vortheile, die bei bewegter Luft mächtig in die Wagschale fallen. Die Gefahren des Landens sind in beiden Fällen dieselben, da es vollkommen gleichgültig ist, ob man sich durch eine Ungeschicklichkeit mit 85 oder 55 Secundenmetern zu Tode stösst.

Wenn im Vorstehenden der Stirnwiderstand dem meist allein berücksichtigten Gewichte gegenüber einigermassen in den Vordergrund gerückt wurde, so wird andererseits als Folge dieser Auffassung klar, dass derartige tragfähige Luftschiffe nur in unerwartet grossen Dimensionen mit sehr starken Geldopfern von einem mit genialer Schöpfungskraft begabten Uebermenschen ausgeführt werden können, der mit bahnbrechender Vernachlässigung der gangbaren Pfade den Sprung ins Reich des Ungemessenen wagt.

Da weder das eine noch das andere so leicht zutrifft, so haben bescheïdene Naturen vorläufig den Gedanken auf solche in das Gebiet der Schiesstechnik einschlagende Flugmaschinen mit ihren Gefahren, Constructionsschwierigkeiten, überreichlichen Anforderungen an Geld und Geisteskraft fallen gelassen. Gerade die am ruhigsten und sicherst denkenden Männer wandten sich entweder der Ballontechnik oder den um billiges Geld und für wenige Personen herstellbaren Flügelapparaten zu, welche gegenüber den gegebenen Beispielen insbesondere die Möglichkeit eines sicheren An- und Abfluges, sowie angemessene fortschreitende Geschwindigkeiten erhoffen lassen. Selbstverständlich sind in dieser letzten Richtung nach der ganzen Entwicklung des maschinentechnischen Betriebes einzig und allein gleichmässig arbeitende Maschinen und Flügel, das sind S e g e l r ä d e r und S c h r a u b e n, zu befürworten.

Natürlich werden auch diese Flügel, genau so wie der Drache und Segler, nur bei sehr scharfen Winkeln und bei Geschwindigkeiten, welche den früheren gegenüber nur wenig zurückstehen, öconomisch arbeiten und entsprechende Maschinengewichte mitführen können. Da aber einerseits mit der Vergrösserung der Flügelklafterung das mittlere Gewicht der Flächeneinheit entsprechend anwächst, anderseits sehr starre und feingeschnittene Flächen mit grosser Schnelligkeit in Bewegung gesetzt werden müssen, so ist die Lösung dieses rein constructiven Problems sehr schwierig. Theorie und Praxis solcher Apparate wurde von berufener Seite eingehend behandelt, doch soll seinerzeit ein Vorschlag zur Umgehung verschiedener Hindernisse in dieser Zeitschrift veröffentlicht werden.

Mit der vorstehenden Abhandlung wurde bezweckt, vor einer allzu sanguinischen Auffassung der Drachen- und Seglerfrage zu warnen und insbesondere darauf aufmerksam zu machen, dass alle Unternehmungen, welche mit dem Baue tragfähiger Apparate beginnen und nicht durch sehr reichliche Geldmittel unterstützt werden, voraussichtlich mit einem die aviatischen Bestrebungen schädigenden Misserfolge enden werden, dass es aber immerhin ein dankbares Feld wäre, vorbereitende Versuche in grösserem Massstabe anzustellen, die vielleicht sehr günstige Erfolge in schiesstechnischer Beziehung ergeben könnten.

Die Entwicklung der Gas-Luftschiffahrt.

Von **A. Platte** in Wien.

Es ist eine nicht mehr in Abrede zu stellende Thatsache, dass die Anhänger der reinen Aviatik täglich an Zahl zusammenschmelzen, während die Anzahl derjenigen Flugtechniker, welche sich die Verbesserung der Gas-Luftschiffahrt zur Aufgabe stellen, in stark steigender Progression anwächst.

Noch vor 10 Jahren hätte man eine solche Umstimmung in den Ansichten kaum für denkbar gehalten, denn dazumal wurde von den Aviatikern so lärmend in die Trompete geblasen, dass die beharrlichen und bescheidenen Einwendungen der Ballon-Techniker, welche trotz allen Lärms der Meinung Ausdruck gaben, die Zukunft der Luftschiffahrt könne sich nur auf den Ballon und dessen Ausbildung basiren, stets nur mit einem höhnischen Lachen beantwortet wurden. Es galt geradezu für Schande, solche Ansichten auszusprechen und öffentlich zu vertreten! . .

Die seither verflossene Zeit hat uns aber belehrt, dass die Ahnung der Ballon-Techniker gerechtfertigt ist, es sei die reine Aviatik, trotz der aufgestellten sehr schönen und höchst geistreichen Theorien, deren Richtigkeit auch von den Ballon-Technikern nicht ernstlich bestritten wurde, praktisch unmöglich, weil es eben nicht gelang, die Hauptsache, das richtige Verhältniss zwischen Kraft und Last zu gewinnen.

Hierin ist der Zwang gelegen, dass, wenn überhaupt aus der Luftschiffahrt noch etwas werden soll, man nothwendig an ihren Ausgangspunkt, die Ballonschiffahrt, neu anknüpfen muss und mit Geduld und Ausdauer an die Behebung der der Ballonschiffahrt noch schwer anhaftenden Mängel zu gehen habe.

Die diesbezüglichen Bemühungen waren nicht ohne Erfolg; um dies näher darzuthun, wird im Nachfolgenden versucht, den successiven Fortschritt darzustellen und zwar Momente hervorzuheben, welche es als höchst wahrscheinlich erscheinen lassen, dass in nicht zu ferner Zeit, Gas-Luftschiffe

entstehen dürften, die die Aufgaben, welche die Luftschiffahrt zu erfüllen hat, prompt leisten werden.

Schon die ingeniösen Entwürfe des Herrn Professors G. Wellner von Segelballons in den achtziger Jahren, noch mehr aber die von Wellner in klassischer Weise dargelegte Theorie des Segelballons, obwohl mit einem unmittelbaren praktischen Erfolg, den auch Wellner kaum sofort gewärtigte, nicht verbunden, gaben über mehrere streitigen Punkte Aufklärungen, die für die Zukunft der Ballon-Technik von Bedeutung zu werden versprechen.

Die Haupterkenntniss, die man aus diesen Versuchen gewann, war: dass der Ballon als Motor nur zum Aufsteigen gute Dienste leisten könne, seine überschüssige Kraft aber durchaus ungenügend ist, um Fahrten, die von der verticalen Richtung abweichen, mit genügender Geschwindigkeit zu vollführen.

Dagegen wurde durch die Versuche in ganz unzweifelhafter Art constatirt, dass wenn man an einen Ballon horizontal liegende Segelflächen anbringt, die man während der Auf- und Niederfahrt zu drehen vermag, man eine Ablenkung der Flugrichtung, abweichend von den Verticalen, also in schräger Richtung, erzielen könne, somit die Lenkung des Ballons in zwei Raumrichtungen in sehr einfacher Weise thunlich ist und bei den Versuchen nur darum nicht ganz gelang, weil die Triebkraft des Ballon-Auftriebes, die nur wenige Kilogramm betrug, viel zu klein war.

Man schöpfte daraus die Lehre, dass man nothwendig die Triebkraft, auch beim Auf- und Ab, mit Maschinen von bedeutenderer Kraft ergänzen müsse.

Die Fahrten mit dem Ballon „La France“ lieferten den Beweis, dass auch die Lenkung des Ballons in horizontaler Richtung, allerdings mit noch ungenügender Geschwindigkeit, mit im Ballon unterbringbaren Maschinen, ganz ausser Frage zu stellen sei.

Durch die Versuche von Wellner und jene der Erbauer der „La France“, wurde also die Möglichkeit der Ballon-Senkung nach drei Raumrichtungen mit befriedigender Evidenz, aber zugleich auch constatirt, dass in dem Ballon (leichter als die Luft) die zur Erzeugung der nothwendigen Fahrgeschwindigkeiten erforderlichen Maschinen nicht untergebracht werden können.

Man hatte nun, wenn man die Vorschläge von Wellner, Renard und Krebs in einen Apparat vereinte, thatsächlich ein Luftschiff, welches nach allen 3 Raumrichtungen zu lenken war, aber nur mit einer ganz ungenügenden Fahrgeschwindigkeit. Um diesen Hauptmangel zu beseitigen, also die Möglichkeit zu schaffen, kräftigere, und leistungsfähigere Maschinen im Ballon unterzubringen, musste man das Princip „leichter als die Luft“ fallen lassen und zu jenen „schwerer als die Luft“ übergehen, da ja schon lange vorher erkannt wurde, und zu dieser Erkenntnis haben Wellner, Pénaut, Lippert, Lilienthal etc. wesentlich beigetragen, dass in der Schwere, in Ver-

bindung gebracht mit drehbaren Segelflächen, eine Triebkraft vorhanden ist, die die hauptsächlichste Arbeit beim Fluge leisten kann.

Die Franzosen, welche das „plus lourd que l'air“ mit Feuerreifer ergriffen, gingen mit einem Sprunge von dem Ballon zur aviatischen Maschine über, da insbesondere der Akademiker Babinet klar zu machen suchte, dass in der Propeller-Schraube ein Mittel vorhanden ist, welches, wenn richtig angewendet, tauglich ist das Gewicht des Flugkörpers, das früher der Ballon bewältigte, zu heben, so dass die Triebkraft der Schwere, abwechselnd mit jener der Schraube, den Flug ermöglichen werde.

Die Theorie, auf welche hin diese Aufstellungen gemacht wurden, ist auch vollständig richtig; nur in einem Punkte stimmte die Rechnung nicht mit dem Erfolge: die Leistungsfähigkeit der Schraube war eine viel geringere als nach den theoretischen Schrauben-Formeln anzunehmen war. Bei der praktischen Ausführung war es unmöglich, auch nur einen sehr leicht gebauten Flugapparat mit der Schraube zu heben.

Man hoffte s. Z. mit einer Pferdekraft 50 kg in die Luft zu heben, während, wie Wellner erst in jüngster Zeit genau erprobte, nur 15 kg mit einer Pferdekraft in Schwebe zu halten sind.

Es ergab sich hieraus, dass alle Flugapparate dieser Art unmöglich so leicht zu construiren sind, dass sie von der vorhandenen Maschinen-Kraft in die Luft zu heben wären und hieraus folgerte man mit Recht, dass man bestrebt sein müsse, die Apparatschwere auf künstliche Art zu verringern.

Man hielt Umschau nach solchen Mitteln und fand, dass hierzu nur die Accumulatoren, oder die theilweise Entlastung durch Gasauftrieb tauglich wären. Beide vorgeschlagenen Mittel stehen heute noch in Combination und noch ist es nicht definitiv entschieden, welches dieser beiden Mittel vor dem anderen den Vorzug verdiene und ob es nicht nützlich wäre, beide gleichzeitig zur Anwendung zu bringen.

Gegen den Vorschlag, die theilweise Entlastung durch Gasauftrieb zur Verringerung der Apparatschwere in Anwendung zu bringen, hat sich aus dem Lager der Aviatiker ein Sturm der Entrüstung erhoben; man wollte von der Verwendung der eklichen Gasblase durchaus nichts wissen und häufte auf dieses gemischte System Anschuldigungen auf Anschuldigungen, von denen aber keine einzige als stichhaltig nachzuweisen war. Nach und nach, als ein Phantasie-Project der Aviatiker nach dem andern in den Orcus versank und man immer mehr und mehr zur Erkenntniss kam, dass es nicht angehe, mit den so spärlich vorhandenen Hülfskräften der Aëronautik so barbarisch zu hausen und es sich gezieme, bevor man ihre Benutzung ablehnt, genau zu untersuchen, ob die Behauptung ihrer Unverwendbarkeit sich auch erweisen lasse, ist eine kühlere Stimmung eingetreten und man fängt an, auf die Gründe, welche für die theilweise Ent-

lastung durch Gasauftrieb sprechen, zu hören, ja einzelne Stimmen wagen es sogar schon, sie ernstlich zu befürworten.

Und die Gründe, welche bei Ausführung von Luftschiffen aller Art die Anwendung der theilweisen Entlastung zur absoluten, niemals umgehbaren Nothwendigkeit erheben, sind unwiderleglich. Sie basiren darauf, dass es unvermeidlich und für alle Ewigkeit nothwendig bleiben wird, dass Gewicht des zum Fluge zu bringenden Körpers, nach der vorhandenen Hebekraft zu reguliren, denn nur durch eine solche Einrichtung kann die maschinelle Lenkung in der Richtung Auf- und Ab, nach Rechts und nach Links, mit veränderbarer Geschwindigkeit erfolgen und auch der Stillstand des Fahrzeuges kann nur durch die moderirbare Kraft einer Maschine bewerkstelligt werden. Ausser diesem bemerkenswerthen Grunde wird aber durch die Vornahme einer theilweisen Entlastung des als zu schwer erkannten Flugkörpers, auch der Vortheil errungen, dass, weil das Schiff nur ein Wiegegewicht besitzen wird, welches dem halben Gewicht der Hebekraft des angewendeten Propellers genau entspricht, beim Aufsteigen ein Uebergewicht in der Grösse der halben Propeller-Hebekraft gehoben wird, welches, sobald die Maschine zu arbeiten aufhört, durch seinen Druck auf die Segelflächen des Flugapparates, eine seitliche Bewegung des Apparates, und zwar in vorher bestimmbarer Richtung, herbeiführt, die eventuell noch dadurch in ihrer Wirkung verstärkt werden kann, dass man den bisher aufwärts arbeitenden Propeller, nunmehr nach abwärts drücken lässt.

Die vorgenommene theilweise Entlastung schafft also eine Triebkraft, welche für sich allein schon genügt, wenn der Wellenflug ausgeführt wird, mit Hülfe der Segelfläche ein durchschnittlich horizontales Vorwärtsgehen des Flugfahrzeuges zu bewirken.

Damit sind aber die Vortheile, welche die theilweise Entlastung der Flugtechnik bringt, noch keineswegs erschöpft.

Es muss, um den weiteren erzielbaren Fortschritt, der durch die theilweise Entlastung herbeigeführt wird, verständlich zu machen, daran erinnert werden, dass, wie Herr J. Popper in seinem Buche über „Flugtechnik“ Seite 8—13 mit Klarheit auseinandersetzt, der Reductions-Coëfficient bei Luftschiffen, im Vergleiche zu Wasserschiffen, aus dem Grunde sich äusserst ungünstig gestaltet (statt $^1/_{20}$—$^1/_{80}$ wie bei Schiffen, beim Spitzballon $^1/_5$—$^1/_6$), weil beim Ballon die Permanenz der Form und die sogenannte longitudinale Stabilität nicht in gleicher Weise wie bei Schiffen zu erreichen ist und Miller-Hauenfels weist in seinem Buche „Der mühelose Segelflug der Vögel etc.“ Seite 32 nach, dass der grosse Kraftverbrauch bei dem Ballon „La France“ aus einem Constructions-Fehler resultirt; es fällt nämlich bei ihm die Richtung des Propeller-Druckes mit der Hauptachse des Schiffes nicht in eine Linie. Miller-Hauenfels hat im Jahrgang 1891, Seite 249, dieser Zeitschrift auch ein Project, welches zu

den Besten zählt, welche je erdacht wurden, veröffentlicht, bei welchem die Triebachse mit der Ballonachse zusammenfällt.

Aber auch bei diesem technisch richtig construirten und allen theoretischen Anforderungen volle Rechnung tragenden Schiffe, würde es nicht möglich sein, den Kraftverbrauch auf das theoretisch mögliche Minimum zu bringen, weil bei allen Schiffen, welche nach dem Principe „leichter als die Luft" hergestellt sind, wie Hr. Popper sehr richtig hervorhebt, bei der Fahrt Schwankungen der Längsachse, die auf mehrere Grade zu schätzen sind, eintreten, welche nothwendig den Ballon-Widerstand sehr bedeutend erhöhen müssen.

Herr Popper schlägt vor, „im Sinne des mechanischen Principes der Erhaltung der Rotationsebene, einen Schwungring von mehreren Metern Durchmesser, ähnlich situirt wie der Schraubenpropeller, anzubringen. Derselbe wird durch den Ballon-Motor in sehr rascher Rotation erhalten und der Widerstand dieses rotirenden Ringes gegen jede nicht zu sich selbst parallele Veränderung seiner Rotationsebene wird jede Tendenz zu einer Schwankung der Ballonachse in ihrer Wirkung so abschwächen und etwaige Oscillationen so verlangsamen, dass sie entweder im Keime erstickt werden und die Achse sich sofort in die Propellerstossrichtung einstellt, oder dass doch wenigstens in Folge der herbeigeführten Verlangsamung der Oscillation, es leicht möglich wird, durch Correction mittels Steuerung die gewünschte Achsenrichtung wieder herzustellen.

Da der Durchmesser des Schwungringes und die Tourenzahl sehr gross genommen werden können, so braucht das absolute Gewicht desselben durchaus nicht gross zu sein."

Dieses gewiss ausgezeichnete Aushilfsmittel würde aber immerhin den Nachtheil mit sich bringen, dass das Constructions-Gewicht vermehrt und der Ballon vergrössert werden müsste.

Bei Ballonschiffen, welche nach dem Principe der theilweisen Entlastung gebaut werden, ist aber diese Vorrichtung darum entbehrlich, weil durch den Druck des gehobenen Uebergewichtes, der erste Impuls für die Horizontalfahrt nicht von der Maschine, deren stossweise Arbeit die Achsenschwankungen erzeugen, sondern von der Kraft der Schwere, also ohne Stoss ausgeht. Durch den Druck der Schwere kommt das Schiff in stetigen, vollkommen geradlinigen Gang, aus welchem es auch dann nicht gebracht werden wird, wenn die Maschine langsam in Arbeit gesetzt und erst nach und nach zu grösseren Leistungen verhalten wird.

Es ist aus diesen Erläuterungen mit Bestimmheit der Schluss zu ziehen, dass wenn bei einem nur theilweise entlasteten Luftschiffe, durch den in der Mitte des Schiffes angebrachten, an senkrechter Achse arbeitenden Hebe-Propeller, auch nur ein Uebergewicht von etwa 20 bis 50 kg in die Luft gehoben werden kann, der Druck dieses Uebergewichtes auf die richtig eingestellten Segelflächen des Schiffes schon die in anderer

Weise nicht erreichbare Wirkung mit sich bringt, dass das Schiff ohne Schwankungen seiner Achse, in eine, wenn auch noch ungenügende gradlinige Bewegung kommt, die nun durch einen an horizontaler Achse arbeitenden, langsam in Gang zu setzenden Propeller so zu steigern ist, dass die Fahrgeschwindigkeit jene Grösse erlangt, welche ein brauchbar sein sollendes Luftschiff unbedingt haben muss.

Damit ist auch beweisend dargethan, dass das Zukunfts-Luftschiff, welches einstens auf dem Principe der theilweisen Entlastung basirend hergestellt werden wird, nothwendig zwei Propeller-Schrauben, wovon die eine in der Richtung der Schiffsachse, die andere vertical zu drücken hat, besitzen muss.

Diese Forderung, welche allerdings das Constructions-Gewicht des Schiffes vermehrt und zur Verwendung eines grösseren Entlastungsballons zwingt, kann aber auch nur bei Schiffen mit nur theilweiser Entlastung, ohne deren Leistungsfähigkeit irgend zu beeinträchtigen, erfüllt werden, während es bei Schiffen, die leichter als die Luft sind, ganz unmöglich ist, dieser Anforderung zu entsprechen.

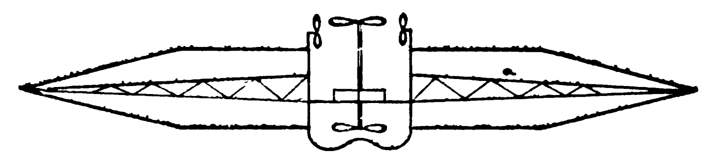
Aus diesem letzteren Grunde, kann auch das oben angeführte Schiff von Miller-Hauenfels, den damit angestrebten Zweck in so lange nicht ganz erfüllen, bis es constructiv in ein Schiff mit theilweiser Entlastung umgewandelt wird, was übrigens ganz leicht zu bewerkstelligen ist.

Es ist ferner aber auch nicht zu verkennen, dass, wenn man zu mit theilweiser Entlastung ausgestatteten Schiffen Stoffballons in Anwendung bringen würde, diese dem grossen Druck bei erheblicher Fahrgeschwindigkeit nicht zu widerstehen vermöchten; es ist daher nothwendig, statt solcher Ballons, Metallballons wie sie D. Schwarz hergestellt hat, in Anwendung zu bringen.

Solche Metall-Ballons sind, seitdem man dünne Aluminiumbleche von grosser Flächenausdehnung walzen kann, nicht mehr so schwierig herzustellen.

Derlei Ballons können in der Luftschiffahrt nur bei solchen Schiffen in Anwendung kommen, die durch ihre Einrichtungen in der Lage sind, das Landen so sanft zu gestalten, dass dabei eine starke Erschütterung keinesfalls stattfindet, was eben wieder nur bei Schiffen mit theilweiser Entlastung möglich zu machen ist, da nur diese den Landungsstoss mit ihrer Hebeschraube reguliren können.

Die Füllung solcher Metall-Ballons mit Wasserstoffgas wurde zwar



von Herrn Schwarz in eigenthümlicher Art zu Stande gebracht, es ist aber zu glauben, dass diese anstandsloser und besser ausgeführt werden kann,

wenn man sie so wie die Reservoirs der Gasanstalten behandelt, d. h. wenn sie zuerst in Wasser versenkt und durch Einlassen des Gases entleert werden. Es wird dies dann um so leichter zu erzielen sein, wenn man, wie oben angedeutet und vor längerer Zeit in einem Memoire beschrieben wurde, statt eines Entlastungsballons, deren zwei verwendet und zwischen dieselben den Maschinen- und Passagierraum anordnet, was noch den besonderen Vortheil mit sich bringen würde, dass der Stirnwiderstand um jenen der Gondel, der auch noch beim Miller-Hauenfels'schen Schiffe die Fahrgeschwindigkeit in unangenehmer Weise verkleinert, reducirt würde.

Ein solches Metall-Luftschiff, wird, wenn bei den beiden Tragballons auch noch Lufttaschen in Anwendung kommen, die ein Verschieben des Gases während der Fahrt unmöglich machen, durch den Stirndruck nicht deformirt werden, sondern glatt, beinahe widerstandslos durch die Luft gleiten, wie Herr Josef Popper in seinem Buche „Flugtechnik" Berlin, W. H. Kühl 1889, mit Berufung auf Dirichlet und Fronde, unter Hinweis auf ihre Versuche (Seite 12—13), es ebenfalls bestätigt.

Wenn man sich der Mühe unterzieht ein solches Schiff zu construiren und dessen Leistung zu berechnen, so ergiebt sich, wenn man auch die abträglich einwirkenden Einflüsse sehr hoch veranschlagt, dass die Erzielung von Fahrgeschwindigkeiten von 20 Meter pr. Secunde sehr leicht zu erzielen sein wird, und dass die Construction ohne wesentlich theure Aufwendungen so ausgeführt werden kann, dass sie volle Bürgschaft für die Leistungsfähigkeit und Verkehrssicherheit solcher Schiffe darbietet.

Leider haben sich bisher nur sehr wenige Personen mit solchen Constructionen und eingehenden Berechnungen abgegeben und daher mag es wohl auch kommen, dass die lenkbare Gasluftschiffahrt weit zurückgeblieben ist, während die Militärluftschiffahrt, durch Zuwendung sehr bedeutender Mittel, so vervollkommt wurde, wie es eben überhaupt möglich war.

Es ist aber kein Geheimnis, dass man trotz Allem, mit dem taktischen Werth der Leistungen der Militär-Ballons keineswegs ganz zufrieden ist, denn je mehr dieselben benutzt werden, um so tiefer wird der Mangel, welcher diesen Ballons dauernd anhaftet, die Unlenkbarkeit und die Abhängigkeit vom Winde, empfunden und es ist darum auch in den Militärverwaltungen das Streben nicht zu verkennen, die Ausbildung der Ballonschiffahrt auch in diesen Richtungen zu ergänzen. Es ist aber leider noch nicht so weit gekommen, dass man sich in entscheidenden Kreisen dazu entschlossen hätte, in die Ballon-Technik auch den maschinellen Betrieb, insbesondere die Hebeschraube einzubeziehen, sondern man scheint damit so lange zu warten zu wollen, bis aus dem Publikum heraus, durch Versuche gewährleistete, sohin acceptable Vorschäge erstattet werden; dabei wird aber vergessen, dass dies einen sehr langwierigen Weg einschlagen heisst, denn der Einzelne verfügt nicht über die zu solchen Versuchen nothwen-

digen Mittel und mit ungenügenden Mitteln solche Arbeit beginnen, heisst die Existenz auf's Spiel setzen — und wie viele Opfer haben diese Versuche schon gekostet!

Will man in der Flugtechnik rasch zu Erfolgen kommen, so bleibt nichts anderes übrig, als Kapitalien à fond perdu zu schaffen und sie den besten Kräften zur Verwaltung zu geben. Diese werden gewiss nur Dinge unternehmen, welche mindestens theoretisch so weit geklärt sind, dass die Bewerkstelligung ihrer Ausführung von einem gewissenhaften Manne verantwortet werden kann und für solche früher sorgfältig erwogene Arbeiten wird das aufgewendete Geld keinesfalls als verloren betrachtet werden können, denn sie haben jedenfalls das Wissen bereichert und diesem Zwecke allein werden täglich Millionen für viel unwichtigere Dinge gern geopfert.

Dass man dermalen noch zagt, mit entschlossenem Griff in die Action einzutreten, mag wohl darauf zurückzuführen sein, dass man statt, wie es gewiss sinngemässer gehandelt gewesen wäre, zuerst die Hebeschraube und das Horizontal-Segel zu versuchen, sofort den an horizontaler Achse und noch dazu in denkbar ungünstigster Stellung (in der Gondel!) arbeitenden Propeller in Anwendung brachte und da der Windkraft begegnete, die zumeist jede Wirkung der Schraube aufhob, was um so sicherer stattfinden müsste, weil die aus Stoff construirten, daher Deformationen ausgesetzten Ballonwände und die schlechte Architectur der Schiffe die zu bewältigenden Widerstände ins Ungemessene vermehrten, was natürlich zu einem Fiasco führen musste.

Hätte man gleich anfänglich statt der Horizontalschraube die Hebeschraube in Anwendung gebracht und hätte man den Ballon, wenn er auch kugelförmig beibehalten worden wäre, mit einer verstellbaren Aequatorfläche versehen, so würde man, weil beim Auf- und Ab ein Windwiderstand nicht vorhanden ist, sofort gesehen haben, dass auch eine kleine Maschinenkraft, die etwa 50 bis 60 kg zu heben vermochte, genügend gewesen wäre, um den Ballon ohne Ballastausschüttung in jede beliebige Höhe zu heben und sodann mit ihm, im Zick-Zack, vorwärts zu fliegen. Schon die Möglichkeit der maschinellen Lenkung nach Auf- und Ab würde die Militär-Luftschiffahrt auf einen weit vollkommeneren Standpunkt, als sie heute steht, gebracht haben und die heute in Discussion stehenden Vorschläge über Captiv-Schrauben oder gar der den Captiv-Ballon ersetzensollenden Steigleitern würden gewiss niemals gemacht sein, denn der gewöhnliche Ballon mit einer kleinen Hebeschraube ist ein guter Ersatz für solche absonderlichen Einrichtungen.

Durch solche einleitenden Versuche mit der Hebeschraube am gewöhnlichen Kugelballon wäre der Weg erschlossen worden, alle anderen aufgezählten Vortheile nach und nach zu erringen und die paar tausend Mark, die man etwa für solche Versuche auszugeben gehabt hätte, wären

gewiss nicht so nutzlos geopfert worden, wie es seither mit vielen Millionen geschehen ist.

Die misslungenen Versuche mit der horizontal arbeitenden Schraube waren es gewiss, welche die leitenden Kreise entmuthigten, weitere Versuche mit maschinellen Balloneinrichtungen vorzunehmen, woraus wohl die eingetretene Stagnation im Fortschritt zu erklären sein dürfte.

So lange man seine Schlüsse allein auf Grund der allerdings als misslungen zu betrachtenden Versuche mit der Horizontalschraube zog und Erwägungen über weitere Möglichkeiten, welche etwa geeignet seien, der Gasluftschiffahrt aufzuhelfen, nicht anstellte, mag die geübte Zurückhaltung gerechtfertigt gewesen sein. Heute steht die Sache aber doch anders; die Möglichkeit des Baues von innen versteiften Aluminiumballons mit vollkommen glatten Oberflächen und mit einem minimalen Stirnwiderstande, ist eine Thatsache geworden, das Princip „leichter als die Luft" ist als verwerflich erkannt und die Nothwendigkeit das Princip „schwerer als die Luft" für dasselbe zu substituiren, wird allseits eingesehen und es wird nicht mehr bestritten, das durch Vornahme einer theilweisen Entlastung, das Fluggewicht so regulirt werden kann (congruent mit den Flugthieren), dass die im Schiffe arbeitenden Kräfte das Wiegegewicht desselben überwiegen. Auch darüber ist man sich vollkommen klar, dass Schiffe, welche auf dem Principe der theilweisen Entlastung basiren, nicht zu gross ausfallen werden und dabei fest und constructiv tadellos zu bauen sind; ihre Fluggeschwindigkeit von 15—20 m p. Sec., ist vollkommen genügend, und zudem hat man die Ueberzeugung gewonnen, dass die Hoffnungen, welche man einstens auf die Aviatik baute, bereits als in sich zusammengebrochen zu betrachten seien und somit in der That kein anderer Ausweg, um die die Luftschiffahrt vom gänzlichen Verfall zu retten und ihr ein würdigeres Dasein als bisher zu sichern, erübrigt, als auf die Verbesserung der Gasluftschiffahrt, die in ihrer gegenwärtigen Gestaltung nur als ein sehr unvollkommener Nothbehelf zu betrachten ist, mit Verständniss, aber auch mit Opferwilligkeit einzutreten, was angesichts der ungeheuren Vortheile, welche die Staaten aus dem gut gelössten Flugproblem zu ziehen vermöchten, (man denke nur an China und Afrika!) gewiss als ein unbilliges Verlangen nicht betrachtet werden kann.

Mögen diese Ausführungen dazu beitragen, auf die weitere Gestaltung der Dinge günstig einzuwirken.

Flugtechnische Uebersicht und Begutachtung der Kress'schen Flugexperimente[1]).

Wenn man die flugtechnischen Bestrebungen der Gegenwart überblickt, so zeigen sich sehr bedeutende Unterschiede in den dabei verfolgten Richtungen und angewandten Systemen.

Zunächst ist es der althergebrachte Gasballon, an dessen weiterer Ausgestaltung noch immer mit aller Kraft fortgearbeitet wird. Alle seine Bestandtheile und Zubehörnisse wurden in letzterer Zeit fort und fort verbessert, um seine Functionsfähigkeit und Sicherheit zu erhöhen, besonders für militärische und meteorologische Zwecke, so dass man sich seine Construction jetzt kaum noch vollkommener denken kann. Und dennoch haftet an ihm seine principiell aërostatische Eigenschaft als eine für immer unbesiegbare, bedeutende Unvollkommenheit. Diese besteht darin, dass er als ein mit Gas gefüllter Körper von grossem kugelartigen Formate nur hinsichtlich seiner Steighöhe einigermassen beherrscht werden kann, aber hinsichtlich seiner Reiserichtung und Geschwindigkeit absolut unlenkbar ist und bleibt. Denn vom Beginn seines Aufstieges an befindet sich sein umfangreiches Volumen willenlos in das umgebende Luft-Medium eingeschlossen und wird von dessen Strömung über die Erdoberfläche hinweg mitgenommen ohne jede Möglichkeit einer selbständigen Bewegung oder Steuerung. Sein Reiseziel ist daher immer ein unbekanntes und zufälliges, die Geschwindigkeit seiner scheinbaren Bewegung eine gänzlich unbestimmbare und unabänderliche, seine Reisedauer eine engbegrenzte. Bei Kugelballons wird wohl niemals von einem geregelten Personen- und Sachen-Verkehr die Rede sein können.

Eine Abart des gewöhnlichen Gasballons bilden die gefesselten Ballons, welche ebenfalls für militärische Zwecke und bei Gelegenheit grosser Ausstellungen oder Festlichkeiten auch zum Vergnügen benützt werden. Bezüglich derselben hat die fortschreitende Technik und Mechanik der Neuzeit gleichfalls grosse Erfolge aufzuweisen. Ihre Construction sammt Anhang und mechanischem Zugwerk hat eine erstaunliche Vollkommenheit erlangt. Als eine Specialität derselben wurde in neuester Zeit in Augsburg auch der Siegfeld'sche sogenannte Drachenballon für den militärischen Beobachtungsdienst erfunden, und auch in Oesterreich erprobt. Indem derselbe eine längliche Form besitzt und in eine annähernd horizontale Lage gebracht ist, hat er im Vergleich mit einem Kugelballon einen viel geringeren seitlichen Luftstoss zu erleiden und vermag deshalb im Winde eine höhere und ruhigere Stellung zu behaupten. Selbstverständlich ist aber

---

[1]) Wir halten uns für berechtigt und verpflichtet, die folgende uns seitens des „Wiener Flugtechnischen Vereines" zugehende Mittheilung weiteren Kreisen bekannt zu geben. Die Redaction.

aus dem Fesselballon-System noch weniger als von den gewöhnlichen Ballons eine Lösung für das Problem des eigentlichen Kunstfluges zu erwarten.

Um jedoch die Gasballons völlig umzuformen und für den Kunstflug tauglich zu machen, wurden schon viele Versuche unternommen. Voran schritten die französischen Flugtechniker Giffard, Dupuy de Lôme und Tissandier, welche ihren Ballons die Form von Cylindern mit conisch zulaufenden Endspitzen gaben, und in die Gondel eine Motormaschine oder eine Zahl Arbeiter aufnahmen, um die den Vortrieb bewirkenden Luftschrauben in Bewegung zu setzen. Zuletzt, im Jahre 1884, kam Renard, welcher alle seine Vorgänger durch die Feinheit seiner fisch- oder cigarrenartigen Ballonform, sowie durch seine Gondel- und Luftschrauben-Construction zu übertreffen wusste, indem er mittels eines Elektromotors seinem Luftschiffe eine Eigengeschwindigkeit von 5 Sec. m (und somit auch die Lenkbarkeit) für die Dauer von 20—30 Minuten ertheilte. Dieses nächst Paris erzielte Resultat für die Vorwärtsbewegung eines Aërostaten wurde bis jetzt nicht übertroffen, und ist also der Welt-Record geblieben. Renard bemühte selbst sich später noch durch lange Zeit, seine Construction weiter zu verbessern. Trotz seiner äussersten Anstrengung aber und trotz der ihm fast unbegrenzt zu Gebote gestandenen Hilfsmittel, konnte er seinen eigenen Record nicht schlagen. Auch von anderen Versuchen, das Renard-sche Resultat zu übertreffen, verlautete lange nichts, obwohl hiefür in der gesammten technischen Welt sicherlich das höchste Interesse erweckt war und nicht mehr zur Ruhe kommen konnte; bis endlich vor Kurzem, d. i. Ende 1897, der Schwarz'sche Aluminium-Ballon zu Stande kam. Da dieser aber bei seinem ersten Aufstieg nächst Berlin zu Grunde ging, bevor seine Leistungsfähigkeit beobachtet werden konnte, so ist hiedurch der Renard'sche Record noch immer nicht geschlagen. Wenn man die photographische Abbildung des in der Luft schwebenden Schwarz'schen Ballons betrachtet, ist es schwer zu glauben, dass diese etwas ungeschmeidige colossale Körperform zu einer grösseren Eigengeschwindigkeit als die Renard'sche Cigarrenform sollte befähigt gewesen sein. Gegenwärtig ist auch von Graf Zeppelin in Stuttgart bekannt geworden, dass er einen neuen Versuch nach Renard'schem System unternehmen werde, sobald der hiezu nöthige Fonds von 1 Million Mark zu Gebote stehen werde.

Weitere Projectanten sind bis jetzt nicht in die Oeffentlichkeit getreten, namentlich nicht in Frankreich, England, und Amerika, wenn schon hie und da von den Projects-Jdeen einiger etwas dilettantenhaften Enthusiasten die Rede ist, nämlich solcher, welche keiner fachtechnischen Kenntnisse oder mathematischen Vorausberechnungen zu bedürfen glauben. Den Unterzeichneten will es scheinen, dass nach dem Vorgesagten für die Realisirung einer richtigen und praktisch nutzbaren (d. i. mit 10—20 Sec. m Eigengeschwindigkeit begabten) Flugmaschine die Verwendung von

Aërostaten wegen ihres grossen Volumens ein wenig versprechendes, aber äusserst kostspieliges und sehr gewagtes Hilfsmittel ist, und dass man sich zunächst umsehen musste, welche anderen Wege und Constructions-Principien denn sonst noch zur Auswahl stehen.

Da liegt vor uns das ganze Gebiet der dynamischen und aviatischen Constructions-Systeme, welche in der neueren Zeit nach verschiedenen Richtungen verfolgt und erprobt werden. Es sind z. B. verticalstehende Segelräder mit verstellbaren Schaufelflächen, ähnlich den Oldhamschen Wasserrädern, ersonnen worden, welche, von einem Motor angetrieben, schwere Apparate in die Luft emporheben oder doch in der Schwebe halten sollen. Indes hat das erste derartige, nämlich das Wellner'sche Segelrad, kein genügendes Resultat ergeben.

Eine andere Hubvorrichtung ist die sogenannte Captivschraube, welche horizontalliegend von einem Motor angetrieben, ebenfalls Lasten in die Höhe zu heben oder hochzuhalten vermögen soll. Die jüngsten Wellner'schen Versuche ergaben jedoch, dass mit einer Pferdestärke, d. i. mittels einer motorischen Arbeit von 75 Sec. m. kg nur ein Gewicht von 17—18 kg in die Luft gehoben werden kann. Wollte man annehmen, dass solche Schrauben noch besser und wirksamer construirt werden könnten, so ergiebt sich doch noch lange nicht die Wahrscheinlichkeit, dass damit ein richtiger Flugapparat zu heben und fortzubewegen sei.

Hienach gelangte man dann folgerichtig zu jenen Constructionen, bei welchen dünne und genügend grosse Horizontalflächen durch die Luft geschoben werden sollen. Es ist gewiss, dass eine horizontale Fläche langsamer zu Boden fällt, als ein runder oder sonst compact gestalteter Körper, und zwar um so langsamer, je grösser das horizontale Flächenausmass ist. Auch ist es gewiss, dass eine dünne und mit schneidiger Vorderkante versehene Horizontalfläche sich leichter gegen die Luft vorwärts schieben lässt, als irgend ein voluminöser Körper. Endlich ist gewiss, dass eine solche nur langsam niedersinkende Fläche, wenn sie nach rückwärts etwas geneigt und mit entsprechender Kraft und Geschwindigkeit nach vorwärts getrieben wird, ihre Tendenz des Niedersinkens gänzlich verliert und in einer effectiv horizontalen Richtung, ja sogar schräg aufwärts fortbewegt werden kann. Und so gelangt man zu dem sogenannten Aëroplan- und Drachenflug, welcher in der That auf den nämlichen physikalischen und mechanischen Grundsätzen beruht, wie der natürliche Schwebe- oder Gleitflug der Vögel, weil auch dieser nur mittels einer nach vorwärts getriebenen Flug- oder Tragfläche von bestimmten Mass- und Gewichtsverhätnissen zu Stande kommt. Es frägt sich dabei nur, welches die richtigen Proportionen zwischen Flächenmass, Eigengewicht und Arbeitsbedarf sind, und wie der motorische Vortrieb in der einfachsten und wirksamsten Weise zu Stande gebracht werden kann. Bekannt ist der Versuch Maxim's mit einem durch Dampf angetriebenen Riesen-Aëroplane, welcher zu entsprechen schien, aber schon,

bevor seine Leistungsfähigkeit sicher beurtheilt werden konnte, verunglückte. Bekannt sind auch die Versuche Lilienthal's, welche seine Flugflächen durch persönliche Körperkraft mittels eines Anlaufes in Function setzte, indem er sich damit begnügte, von einem erhöhten Punkte aus unter Mitwirkung der Schwerkraft sich in schiefer Richtung nach abwärts durch die Luft tragen zu lassen. An die Lilienthal'schen Versuche anknüpfend wurden in Amerika bereits ganze Reihen ähnlicher Experimente unternommen, z. B. von Chanute, Herring, Zahm u. A.; und dem Flugtechniker Langley ist es bereits gelungen, einen drachenartigen Flugapparat durch einen Dampfmotor derart in Vortrieb zu setzen, dass er thatsächlich einen mehrere hundert Meter langen Luftweg in aufsteigender und horizontaler Richtung zurücklegte. Sowohl Maxim als Langley hatten zur Effectuirung der nöthigen horizontalen Bewegungsgeschwindigkeit sich der senkrecht stehenden rotirenden Flügelschrauben bedient. Hargrave in Sidney hingegen, welcher seinen Flugapparat ebenfalls mit Dampf antrieb, bediente sich des auf- und niedergehenden Flügelschlages, indem die Tragfläche zugleich die Functionen von Flügelflächen vollführte. Hiedurch wurde also eine noch grössere Aehnlichkeit mit dem Vogel hergestellt, indem die Flügel nicht nur den Vortrieb lieferten, sondern gleichzeitig auch den Auftrieb vervollständigten. Hargrave ist es auch, welcher statt der einfachen Tragflächen deren mehrere parallel übereinander anordnete.

In ähnlicher Weise hat schon viel früher, nämlich vor 18 Jahren zum ersten Mal, und seitdem öfters Herr Ingenieur **Kress** im Wiener flugtechnischen Verein seine freifliegenden Modelle von Schraubenfliegern, Ruderfliegern und Drachenfliegern vorgeführt und augenscheinlich gezeigt, dass die aëroplan- und drachenartige Form eines Flugapparates jedenfalls die günstigste ist und der geringsten motorischen Betriebskraft bedarf, obwohl er selbst, mit der sogenannten Captivschraube b e s s e r e Resultate als die obenangeführten, erreicht hatte. Auch demonstrirte Herr **Kress**, dass die nämliche Kraft, welche einen Apparat in h o r i z o n t a l e n Flug zu setzen vermag, nicht im Entferntesten ausreicht, den v e r t i c a l e n Auftrieb des gleichen Apparat-Gewichtes zu bewirken. Insbesondere steht Herr Ingenieur **Wilh. Kress** auch auf dem Standpunkte, dass er bereits eine Menge der einem Flugapparate anhaftenden Nebenschwierigkeiten glücklich überwunden hat, namentlich in Bezug auf die Schwerpunkts-Lage und die Stabilität eines jeden Apparates in der Luft, so, dass weder in der Längsrichtung, noch im Querprofile seiner Apparate irgend welche Schwankungen und Unregelmässigkeit vorkommen, somit eine volle Sicherheit vor dem Umkippen besteht. Ueberhaupt zeichnen sich die **Kress**'schen Versuchsapparate dadurch aus, dass sie von einer ebenen Tischfläche aus, ohne jede weitere Vorkehrung, ihren Flug beginnen können und denselben, je nach dem Willen des Experimentators, in horizontaler oder schräg aufwärts laufender Richtung, sowie zufolge ihrer Steuer-Einstellung entweder in gerader Linie oder in

irgend einem Kreisbogen mit nahezu gleichbleibender Eigengeschwindigkeit so lange fortsetzen, bis ihre motorische Antriebskraft aufgezehrt ist. Herr **Kress** beherrscht nämlich vollkommen die bei seinen Constructionen einschlägigen technischen Lehrsätze und neuartigen Berechnungsformeln. Aus diesen erwächst ihm, bei gleichzeitiger praktisch-mechanischer Erfahrung und Gewandtheit, seine erstaunliche Constructions-Sicherheit.

Den Unterzeichneten erscheint die letztbesagte Flugart als diejenige, welche man bei dem gegenwärtigen Stande der Flugtechnik als die beste und zweckmässigste weiter zu verfolgen hat. Es fehlt den Kress'schen Flugapparaten nur noch das Eine, dass sie in einem für praktische Zwecke zu kleinen Massstabe hergestellt sind. Die Länge und Breite ihrer Flugflächen beträgt nur gegen $1^1/_2$ m, ihr Gewicht 0.6 – 0.7 kg, ihr Antriebsmotor besteht aus gespanntem Kautschuk, ihre Fluggeschwindigkeit ist 5—8 m. p. Sec. und ihre Flugdauer 5—8 Sec.

Es ist also von enormer Wichtigkeit, sie in einem grösseren Massstabe, mit grösserer Betriebskraft herzustellen, um womöglich zu einem Fahrzeuge zu gelangen, welches das Gewicht eines oder zweier Menschen durch die Luft zu tragen im Stande wäre, oder, in provisorischer Schlittenform, die Last wenigstens knapp über der Erdoberfläche, z. B. auf einer Wasser- oder Schneefläche, fortbewegen könnte. Hiezu ist vor Allem ein starker, constant wirkender Motor mit Dampf- oder Benzin- oder Explosionsbetrieb nöthig. Weil aber zu diesem Unternehmen ein viel grösserer Aufwand an Zeit, Mühe und pecuniären Hilfsmitteln erforderlich ist, als einem Privattechniker zu Gebote steht, nämlich im beiläufigen Betrage von 20.000 fl., so erlauben sich die unterzeichneten Mitglieder des Wiener flugtechnischen Vereines in Verbindung mit den ebenfalls unterzeichneten wissenschaftlich technischen Sachverständigen, durch die vorliegende gutachtliche Aeusserung den ersten Impuls zu geben zur Gründung eines Fonds behufs Herstellung eines grösseren Apparates nach dem **System Kress.**

Wien, im März 1895.

Friedr. R. v. Stach
k. k. Baurath
Präsident des Wiener flugtechn. Vereines.

Friedr. R. v. Loessl
Ober-Ingenieur
I. Vice-Präsident des Wiener flugtechn. Vereines.

Wilh. Bosse.

Leop. R. v. Hauffe, k. k. Hofrath und Professor an der k. k. techn. Hochschule Wien.

Franz Hinterstoisser, k. u. k. Oberlieutenant, Commandant der militär-aëronaut. Anstalt.

Dr. Gust. Jäger, Professor an der k. k. Universität in Wien.

Dr. E. Mach, Professor an der k. k. Universität in Wien.

Josef Popper, Ingenieur.

J. v. Radinger, k. k. Hofrath und Professor an der k. k. techn. Hochschule Wien.

Ant. Schindler, k. u. k. Hauptmann, Lehrer an der techn. Militär-Akademie.

Dr. Friedrich Wächter, k. u. k. techn. Rath.

Adolph Victor Wähner, Fabriksbeamter.

Nikolaus R. v. Wuich, k. u. k. Oberst und Commandant der techn. Militär-Fachcurse.

Kleinere Mittheilungen.

Zur Spannungs-Theorie Buttenstedt's. Im Verlage von Sigm. Strauss, Wien, XVIII, Währing, Weinhauserstr. 36 erschien unterm 1. Mai d. J. eine Schrift „Zukunfts-Aussichten für die Luftschiffahrt" von A. P., die durch ihre sachliche und kundige Fassung ungemein ansprechend ist. Diese Schrift fesselte mich, nicht weil ich mit ihrem Inhalte durchweg einverstanden wäre, sondern weil ich in Manchem abweichender Meinung bin. Ich würde ein kleines Buch schreiben müssen, wollte ich all' den vielen Anregungen folgen, zu denen die vortreffliche Wiener Arbeit Veranlassung bietet; meine Absicht geht aber nur dahin, einen Beitrag zur Klärung der Buttenstedt'schen Theorie des Fluges zu bringen, soweit derselben auf der letzten Seite des Artikels gedacht und auf die Kraft der Flügelspannung und deren Wirkung Bezug genommen ist. Herr Buttenstedt verdient auch um deswillen besondere Berücksichtigung, weil er nicht, wie eine Bemerkung des Herrn Verfassers des Wiener Artikels sehr richtig hervorhebt, die Verdienste Anderer in den Schatten zu stellen und herabzudrücken versucht; er hebt sie hervor, stellt sie in das richtige Licht und gedenkt selbst seines schroffen Gegners, O. Lilienthal, in so selbstloser, anerkennender Weise, dass ihm der Beifall aller edeldenkenden Menschen gesichert sein muss.

So wunderbar es sich ausmacht, ich muss meine Erörterungen mit dem Schlusssatz des Artikels von A. P. beginnen:

> „Die frühere, auf das Zuwarten eingerichtete Politik der massgebenden Factoren ist bei dem heutigen, weit ausgebildeten Stande der in die Flugtechnik einschlägigen Wissenschaften, nicht mehr recht am Platze".

Möchte dieser Satz rechtes Verständniss und Beherzigung finden und die massgebenden Stellen zum praktischen Einschreiten veranlassen. Die jetzige Unzulänglichkeit unserer Verkehrsmittel macht die Schaffung neuer, immer dringlicher und darf ich wohl auf meinen kleinen Aufsatz verweisen: Unsere Verkehrsmittel und die Flugtechnik.

Bei Besprechung der Flug-Theorien unserer bedeutendsten Männer auf dem Gebiete der Aëronautik sagt der Herr Verfasser über Buttenstedt:

> „Neuerer Zeit ist auch Herr C. Buttenstedt mit einer Theorie aufgetreten, nach welcher von ihm behauptet wird, dass in der Flügelspannung eine Kraft gefunden sei, welche die Hauptarbeit beim Fluge leistet, so das zur Vollführung des Fluges nur eine kleine motorische Kraft beizustellen sein wird.
>
> Herr Buttenstedt hat viele Anhänger seiner Theorie um sich versammelt, was immerhin beweist, dass in seinen Ausführungen viel Bestechendes enthalten ist, aber seine Anschauungen haben auch viele Gegner, die behaupten, die von Buttenstedt bezeichnete Flügelspannkraft sei einer mechanischen Kraft niemals gleichzusetzen, denn sie sei weder zu messen, noch zu wägen und die Erscheinungen beim Fluge, welche Buttenstedt aus dieser Kraft abzuleiten versucht, hätten einen ganz anderen Ursprung".

Wenn der Herr Verfasser A. P. nun weiter fortfährt und meint:

> „So lange Behauptung nur durch Behauptung widerlegt werden will, bleiben in der Regel beide Theile bei ihrer Meinung und der ausgesprochene Streit kann zu einer definitiven Entscheidung nicht gebracht werden",

so muss bei der Richtigkeit dieses Gedankens an sich doch gesagt werden, dass Buttenstedt Unrecht geschehen ist, denn er hat nicht lediglich eine Behauptung aufgestellt, die durch eine vielleicht gleichwerthige aufgehoben werden könnte, sondern er hat recht anschauliche und überzeugende Beweise für seine Behauptung beigebracht.

Ein Ingenieur, ich glaube Herr Berdrow, sagt in Folge des Studiums der Buttenstedt'schen Flug-Theorie ungefähr wörtlich so: Die Störung der Ruhelage ist die Spannung, die versuchte Wiederherstellung der Ruhelage die Entspannung des Materials. Durch den segelartig schrägen Bau der Flugfläche ist die horizontale Spannung derselben bedingt. Die horizontale Schwebebewegung des Vogels ist nichts Anderes, als das stete Bemühen des elastischen Materials, sich aus dieser horizontalen Zwangslage frei zu machen. Die Schwebebewegung des Vogels hält so lange an, als dessen Schwerkraft auf seinen Flügeln lastet. „Wahrscheinlich ist es bisher Vielen widersinnig vorgekommen, sich eine mechanische Kraftleistung durch eine stete Entspannung zu erklären".

Was Vielen widersinnig erscheinen mag, ist es drum nicht.

Die Bemerkung, dass die Flügelspannkraft einer mechanischen Kraft niemals gleichzusetzen sei und dass diese einen ganz anderen Ursprung habe, nötigt mich hiergegen Stellung zu nehmen, da die Buttenstedt'schen Ausführungen für diejenigen, die nur halbwegs die Moment-Photographien fliegender Vögel mit prüfendem Auge des Technikers ansehen, vollständig klar liegen.

Naturwissenschaftlich und mechanisch steht es ausser allem Zweifel, dass jede elastische Spannung in jedem Material eine aufgespeicherte, mechanische Kraft darstellt, die nur so lange nicht thätig wirkt, als sie durch irgend eine Hemmung gefesselt und daran gehindert ist, die mechanische Arbeitskraft, die im Material gesammelt ist, abzugeben. Es ist ein völliger mechanischer Widersinn, wenn ein elastisch gespanntes Material, keine dynamische Kraft, also Arbeitskraft enthalten sollte.

Die Momentbilder fliegender Vögel zeigen ganz deutlich die verschiedenen Spannungen im Schweben und bei Flügelschlägen, und in diesen Spannungen muss eine mechanische Kraft aufgespeichert sein, denn ohne eine Kraft, welche diese Spannungen erzeugte, kann die Spannkraft unmöglich da sein! — Causa aequat effectum!

Es wäre sehr dankens- und anerkennenswerth, wenn von Fachmännern klar und deutlich, also überzeugend, nachgewiesen werden könnte, dass der Ursprung dieser Spannkräfte ein anderer, als der von Buttenstedt angegebene ist und welches denn die Ursache dieser deutlich sichtbaren Spannkräfte sein soll. — Buttenstedt hat m. E.'s klar nachgewiesen, dass die Flügelspannungen beim Schweben von dem Drucke des Gewichtes des Vogels auf die unter seinen Flügeln ruhenden Luftmassen herrühren und dass diese Spannkräfte nicht mehr, aber auch nicht weniger Spannkraft darstellen, als genau die Schwere oder das Gewicht, welche diese Spannkräfte hervorrief; um das einzusehen, braucht man weder Waage, noch Maasstab, noch Winkelmesser. Will aber Jemand den Vogel wiegen, den er im Schwebeflug gesehen, oder ein Exemplar dieser Gattung, so kann ihm das ermittelte Gewicht eine Anschauung über die Grösse der Spannkraft in kg geben und der Vorwurf, die mechanische Kraft sei nicht zu wägen, erscheint mir völlig entkräftet.

Jede verticale Flügelarbeit, welche in Form von Flügelschlägen geleistet wird, muss in dem Grade die schon vorhandene Spannkraft der Flügel erhöhen oder verstärken, in welchem active Flügelarbeit — Muskelarbeit — geleistet wird. Daher zeigt die Moment-Photographie beim Flügelschlag grössere Spannung, als ohne Flügelschlag. Klarer, einfacher und einleuchtender kann sich aber der Autor dieser Spannungstheorie nicht ausdrücken.

Diese Spannkräfte zu messen, ist dem Mann der Wissenschaft eine Kleinigkeit, wenn man in einem Storchflügel, mittelst Fäden, die man an die Federn bindet, denselben Winkel hervorruft, welchen die Moment-Photographie zeigt.

Addirt man die, auf diese Weise sich ergebenden, gemessenen Resultate der Vertical-Spannkräfte beim Schweben ohne Flügelschlag, so wird man finden, dass die Summe dieser Spannkräfte gleich ist der Schwere des Vogels. Addirt man aber die horizontalen Spannkräfte, dann wird man finden, dass diese gleich sind dem horizontalen Luftwiderstande bei der Schwebe-Geschwindigkeit des Vogels, weil im Schwebeflug ein „bewegliches Gleichgewicht" zwischen diesen beiden Kräften eintritt. — Hier ist für die rechnende und prüfende Wissenschaft noch ein dankbares Feld für Zahlen offen.

Die Entdeckung Buttenstedt's beruht nun nicht, wie Viele irrig meinen, in der Auffindung einer neuen mechanischen Kraft, sondern darin, dass alle zum Fluge aufgewandten Kräfte, wie passive und aktive Muskelkraft, Luftdruck und Schwerkraft, sammt und sonders erst in elastische Spannkraft gleichsam summirt und dann in Bewegung umgesetzt werden, etwa so, als ob man ein Federmanometer spannt und dazu erst die Kraft der Finger, dann die Armkraft, dann die Bein- oder Schenkelkraft und zuletzt die Schwerkraft des ganzen Körpers benutzt. Die einzelnen Posten dieser Kräfte, die sich ganz gut in kg ausdrücken lassen, findet man als aufgespeicherte mechanische Kraft in der Spannung des Federmotors wieder und dieselbe kann zu irgend einer plötzlich oder langsam wirkenden Kraftäusserung verwendet werden. So lange der Vogel seine Schwere (Körper-Gewicht) auf den Flügeln ruhen lässt, so lange steht ihm die dadurch hervorgerufene Spannkraft mechanisch zur Verfügung. Es ist absolut richtig und zutreffend, wenn Buttenstedt sagt, jene Kraft, die der Vogel beim Schweben durch sein Körpergewicht auf seine Schwingen ausübt (passive Muskelkraft) sei jene Kraft, mit der wir „aus süsser Gewohnheit" uns auf den Beinen stehend erhalten. Stehend, d. i. auf den Füssen ruhend, legen wir keinen Raum zurück, wohl aber der auf den Flügeln ruhende Vogel und in diesem vortheilhaften Unterschiede, den Buttenstedt erst geklärt hat, liegt der gewaltige Vortheil des Transportes durch die Luft: die fliegende Last wird sich dereinst zum grössten Theil selbst transportiren.

Was wir also in der Spannkraft sehen, das ist nur die Summe aller wirkenden Flugkräfte.

Ferner möchte ich hier noch dem landläufigen Irrthum entgegentreten, als ob dem Vogel noch besondere Flugkraft aus dem Winde erwüchse. Wenn der Vogel lachen könnte, würde er lachen über die windigen Theorien, die man dem Vogelfluge angedichtet hat. Der Wind hat mit Buttenstedt's Flug-Theorie absolut Nichts zu thun! Der Wind ist dem Vogel auf seiner Luftreise nur dann eine Hülfe, wenn er mit ihm fliegt, wie dem Segelschiffe die Meeresströmungen in denen es schwimmt oder bei Flussschiffen, wenn sie mit dem Strome fahren. In allen übrigen Fällen kann der Wind bei den Ortsveränderungen des Vogels im Verhältniss zur Erdoberfläche nur in dem Maasse Hilfe leisten, als der Vogel ihm Kraft-Widerstand entgegensetzt. Der Vogel würde ohne Wind sein Ziel mit eigener Kraft manchmal schneller erreichen. Ruht der Vogel auf seinen Beinen, dann giebt's für ihn Wind, wie für alle anderen Zwei- oder Vierfüssler, ruht er aber auf seinen Fittigen und denkt man sich die Erde unter ihm weg, dann giebt's für ihn keinen Wind, sondern nur ein Medium, in dem er schwimmt. Der Vogel, der über den Wolken schwebt und die Erde nicht sieht, weiss nicht, dass er im Sturme schwebt, ebenso wie wir nicht wissen, dass wir mit dem Strome schwimmen, wenn wir von Nebel umhüllt, die Bilder des Ufers vom Fahrzeuge aus nicht sehen.

Das Flug-Princip begreift nur, wer den Wind aus seinen Betrachtungen ausscheidet; ohne Wind leisten bereits die Kräfte, deren Zusammenwirken Buttenstedt in seinem Flug-Princip nachweist, den Hauptheil der Schwebearbeit, — Buttenstedt

hat nur alle Einzelkräfte, mit denen so verschiedene Theorien herumgerechnet haben, mit seiner Spannkraft unter einen Hut gebracht, aber Viele haben noch kein Auge dafür, und ich muss hier an das Wort Humboldt's erinnern: „Grosse Wahrheiten brauchen 100 Jahre, ehe sie von uns Deutschen erkannt werden“.

Weisse,
Major z. D. im Ingenieur-Corps. Kiel.

Benutzung von Drachen zu Kriegszwecken. Der New York Herald vom 1. März l. J. enthält unter der Ueberschrift „Viewing enemies from the sky. Mr. Eddy's plan to use kites and cameras to locate hostile warships“ einen Artikel, der in grossen Zügen darthut, wie man Drachen und mit ihrer Hilfe die Photographie im Kriege mit Erfolg verwenden könne. Eine Zeichnung ist zur Veranschaulichung des Gesagten beigegeben.

Es handelt sich hierbei kurz darum, mit den genannten Hilfsmittteln feindliche Schiffe schon dann zu erkennen, wenn sie für den Beobachter auf einem Schiffe sich noch unter dem Horizont desselben befinden.

Dieser Plan hat Herrn Eddy zu seinem Urheber, der durch seine Beschäftigung mit dem Drachenfluge, daneben auch als Amateurphotograph bekannt geworden ist. Derselbe durfte sein Project bereits dem Navy Department in Washington unterbreiten und hat insbesondere mit dem Assistant Secretary dieser Behörde Roosevelt eingehende Berathungen hierüber gepflogen. Herr Eddy hofft, dass ihm seine Bitte, Versuche auf Kriegsschiffen anzustellen, gewährt werden wird.

Die Drachen, welche bei den in Aussicht genommenen Experimenten benutzt werden sollen, sind die malaiischen oder Eddy'schen Drachen, die in dieser Zeitschrift schon mehrfach erwähnt worden sind, und deren ausserordentliche Brauchbarkeit zuletzt noch im Märzheft dieses Jahrganges ausführlich dargelegt worden ist. Durch ein System solcher Drachen wird beabsichtigt, eine Anzahl photographischer Cameras von einem Schiffe aus in die Höhe zu heben in ähnlicher Weise, wie es bei den an dem Blue Hill Observatory seit Jahren ausgeführten und hier mehrfach besprochenen Versuchen mit meteorologischen Registrirapparaten geschieht.

Der geeignetste Platz, von dem aus die Drachen auf einem Panzer in die Höhe gelassen werden könnten, dürfte nach Herrn Eddy der Fockmast sein; an diesem, — wohl am besten im Mastkorbe — liesse sich bequem ein hölzerner Flaschenzug befestigen, so dass die Takelage gar nicht in Mitleidenschaft gezogen würde.

Herr Eddy will 6 Cameras verwenden und dieselben auf einer hölzernen Scheibe derart befestigen, dass ihre schmalen Seiten nach dem Centrum der Scheibe zu zusammenstehen und von oben gesehen ein Sechseck bilden; auf diese Weise würde der grösste Theil des Horizonts unter Beobachtung genommen sein. Um ein Drehen der Scheibe zu verhindern, soll dieselbe durch eine dünne Stange mit der Drachenleine fest verbunden werden, während ein leichtes Kabel von der Scheibe nach Deck läuft. Die Cameras sind mit Nummern versehen und die gleichen Nummern sind auf einer Karte oder Scheibe verzeichnet, die sich auf Deck befindet. Die Nummern oben und unten müssen einander nun stets entsprechen; daher ist, falls die Richtung der Drachen in Folge einer Aenderung der Windrichtung etwa eine andere wird, die Karte dementsprechend zu drehen. Auf diese Weise ist stets zu ermitteln, in welcher Richtung sich Schiffe befinden, die von einer der sechs Cameras etwa angezeigt werden sollten. Es würde möglich sein, alle fünf Minuten photographische Aufnahmen zu erhalten, die man innerhalb weniger Minuten entwickeln könnte. Die Platten zu copiren wäre nicht erforderlich, da, falls sich beim Entwickeln etwas zeigte, das auf ein Kriegsschiff hindeutet, dann sofort eine grössere

Camera in die Höhe gelassen werden könnte, mit der in derselben Richtung, wo das Schiff sich gezeigt hatte, eine weitere Aufnahme zu machen wäre; aus dieser Platte würde dann genau zu ersehen sein, welcher Art das gesichtete Schiff ist.

Auf Grund der am Blue Hill Observatory ausgeführten Versuche ist Herr Eddy überzeugt, dass man auf diese Weise bereits in einer Entfernung von 70 km ein Kriegsschiff insoweit erkennen kann, dass ein Urtheil über dessen Grösse möglich ist, wenn er auch nicht soweit geht, es für möglich zu halten, sogar die Stärke der Besatzung des Schiffes und die Anzahl der Kanonen, welche es führt, zu ermitteln. Im übrigen wird es schon von grossem Werthe sein, überhaupt nur die Annäherung einer feindlichen Flotte zu constatiren und zumeist dürfte es wohl ausreichend sein, wenn die Zahl der Schiffe und die Richtung, in der sie segeln, bestimmt werden kann.

Von einer Vergrösserung der erlangten Bilder verspricht sich Herr Eddy mit Recht keinen Nutzen; dagegen würden, wie ihm von sachkundigen Photographen, denen er seinen Plan unterbreitet hat, versichert worden ist, bei Anwendung von Teleobjectiven sich Augenblicksbilder von einer viel grösseren Genauigkeit erzielen lassen.

Die Verwendung von Fesselballons für diesen Aufklärungsdienst hält Herr Eddy für gänzlich ungeeignet, hauptsächlich deshalb, weil sie in Folge des Auffliegens von Funken aus den Schornsteinen sehr leicht explodiren können, wobei man noch zu gewärtigen hätte, dass hierdurch an Bord arge Zerstörungen angerichtet würden. Sodann sind die Ballons bedeutend theurer und können ohne Nachfüllung nur in beschränktem Maasse benutzt werden; auch würden, wenn sie bei böigem Winde hin und her bewegt und heruntergedrückt werden, photographische Aufnahmen von ihnen aus illusorisch sein. Ein weiterer Vortheil der Drachen gegenüber dem Ballon besteht nach Herrn Eddy noch darin, dass sie infolge ihrer geringen Oberfläche von einem Gegner, der sich noch unter dem Horizont des Aufklärungsschiffes befindet, nicht wahrgenommen werden würden. Jedenfalls darf man annehmen, dass sie bedeutend später entdeckt werden dürften als ein Ballon.

Dass es möglich ist, gute Bilder aus der Höhe mit Hilfe von Drachen zu erhalten, hat Herr Eddy dargethan, indem er von seiner Vaterstadt Bayonne, N. J., aus eine photographische Aufnahme hergestellt hat, welche das Gelände zwischen den 12 km entfernten Orange Mountains und dem Kill van Kull in einer ganz ausgezeichneten Weise aus der Vogelperspective wiedergiebt. Auf Grund dieses Erfolges glaubt Herr Eddy, dass seine Methode auch für den Aufklärungsdienst auf dem Lande nutzbar gemacht werden kann, indem es möglich sein dürfte, durch fortgesetzte photographische Aufnahmen über den Anmarsch und die Aufstellung der feindlichen Truppen, sowie über deren Stärke Aufschluss zu erhalten. Zunächst hat er allerdings nur den Fall im Auge, dass eine Flotte sich der feindlichen Küste nähert und Nachricht über die Stellung und Stärke des Gegners zu erlangen wünscht; alsdann wären, wenn die grossen Panzer sich der Küste nicht gehörig nähern könnten, flachgehende Dampfboote möglichst nahe an dieselbe heranzubringen und von diesen Booten aus sollten dann Drachen mit photographischen Cameras aufgelassen werden. Die so erhaltenen Bilder würden wegen des dunklen Untergrundes allerdings weniger gut ausfallen als die auf hoher See gewonnenen und Einzelheiten vielfach vermissen lassen.

G. Lachmann.

Zu Mentz: „Der Flug etc.“ In dieser Abhandlung wird der Begriff „Arbeit“ da gebraucht, wo die Wissenschaft bisher bloss von Kraft spricht. Folgender Satz ist gesperrt gedruckt:

„Ruhe ist die Wirkung gleicher entgegengesetzt gerichteter Arbeiten, nicht Kräfte etc.“

Danach „arbeitet" also ein auf dem Tische liegendes Kilogrammgewicht abwärts und der Tisch „arbeitet" in entgesetzter Richtung aufwärts.

Als Kriterium für die richtige Auffassung solcher wesentlich mathematischen Begriffe gilt bekanntlich, dass man im Stande sein muss, dieselben ihrer Grösse nach, d. h. nach Maass und Zahl anzugeben, indem sie ja sonst völlig verschwimmen.

Ich frage daher: Wie viel Kilogramm**meter** Arbeit leistet der Tisch pro Secunde bei diesem Vorgange?

Offenbar keine, denn das „**Meter**" fehlt.

Jede andere Auffassung ist im Widerspruch mit der Wissenschaft von heute.

Sollte aber von Herrn Mentz beabsichtigt werden diese Wissenschaft zu reformiren, so wollen wir gleich die Consequenzen hier betrachten.

Nach ihm leistet ein Kilogramm auch in der Ruhe vermöge seiner Schwere Arbeit und zwar nach der Formel $\frac{g}{2} t^2$, wo $\frac{g}{2}$ rund $= 5$ zu nehmen ist (Seite 38)[1])

in 1 Secunde	$5 . 1^2$	$= 5{,}00$	Kilogrammeter
„ ½ „	$5 . \left(\frac{1}{2}\right)^2$	$= 1{,}25$	„
„ ⅓ „	. .	$= 0{,}60$	„
„ ¼ „	. .	$= 0{,}31$	„
„ .		.	„
„ .		.	„
„ 1/7 „	$5 . \left(\frac{1}{7}\right)^2$	$= 0{,}10$	„

Dass die Formel $s = \frac{g}{2} t^2$ für den freien Fall, resp. für eine durch die Kraft g stattfindende freie Bewegung gilt und nicht für die Ruhe, tangirt den Verfasser nicht. Die Consequenz seiner Darstellung ist auch eine ungeheuerliche:

Arbeit in	1 Secunde	1.5	Kilogrammeter
„ „	2 Secunden	4.5	„
„ „	3 „	9.5	„
„ „	4 „	16.5	„
„	.	.	„
„	.	.	„
„	.	.	„
„ „	100 „	10000.5	„

also Arbeit in der

1ten	Secunde	1.5	Kilogrammeter
2 „	„	3.5	„
3 „	„	5.5	„
4 „	„	7.5	„
.		.	„
.		.	„
.		.	„
100 „	„	199.5	„

[1]) Er spricht diesen Satz zwar nicht in dieser Weise aus. Der aufmerksame Leser wird aber besonders aus den auf den Flug angewendeten Consequenzen erkennen, dass eine andere Deutung nicht möglich ist, denn der Vogel wird nach dem Verfasser am Fallen gehindert durch eine Arbeit, deren Grösse sich nach einer Fallzeit berechnet, d. h. einer Zeit, während welcher der Vogel zwar nicht fällt, aber fallen würde, wenn eben diese Gegenarbeit nicht geleistet würde.

Also „arbeitet" ein ruhendes Kilgr.[1]) nicht gleichmässig wie etwa eine Maschine, sondern mit der Zeit ins Unbegrenzte und ein schon altersgraugewordenes Kilgr. kann in der nunmehr kommenden Secunde soviel Arbeit leisten, dass es das Weltall damit zertrümmern könnte.

Soweit muss man kommen, wenn man eine Bewegungsformel auf einen ruhenden Körper anwendet.

Der Verfasser kommt nach diesen Vorstellungen zum rechnungsmässigen Schluss, dass ein Flugthier (Taube) mit weniger Arbeit 4 Flügelschläge pro Secunde, als deren 3 machen könne. Denn bei 4 Schlägen ist nach ihm in 1 Secunde

$$4 \cdot \left(\frac{1}{4}\right)^2 \cdot 5 = \frac{1}{4} \cdot 5 \text{ Kilogrammeter}$$

bei 3 Schlägen

$$3 \cdot \left(\frac{1}{3}\right)^2 \cdot 5 = \frac{1}{3} \cdot 5 \quad \text{„}$$

Arbeit zu leisten.

Dies wäre doch nur dann der Fall, wenn der Vogel jedesmal $^1/_4$ resp. $^1/_3$ Secunde lang gefallen wäre und wieder gehoben werden müsste.

Solches Fallen und Heben widerspricht aber aller Beobachtung, ebenso wie die ungeheuerliche Consequenz seiner Rechnungen, dass eine Taube $^{21}/_{90}$ Secunde zum Flügelhub und nur $^1/_{90}$ Secunde zum Niederschlage gebrauche.

Man muss hier wirklich erstaunt sein, dass der Verfasser wagt, gegenüber dem Augenschein und den unzweifelhaften, photographischen Beobachtungen von Marey solche Zahlen aufzustellen.

Wenn ein Flugthier **21 Zeittheile** hindurch dem Impuls der Schwere und dem in gleichem Sinne wirkenden Luftwiderstande überlassen ist und dann 1 Zeittheil einen so starken Impuls nach oben bekommt, dass die Wirkung der 21 Zeittheile ausgeglichen wird, so muss das Thier doch aufhören ein Flugthier zu sein und ein Luftspringthier werden.

Es kann aber dem Verfasser zugegeben werden, dass solche Ableitungen Consequenzen des fälschlicher Weise auf den Flug angewendeten Gesetzes Fv^2 sind.

Eine weitere Aeusserung des Verfassers (Seite 42) muss ebenfalls in dieser Beleuchtung besehen werden.

Dieselbe lautet:

„Somit lassen sich alle Flugerscheinungen ohne Zuhilfenahme künstlicher Theorien, bei welchen meist eine sorgfältige Naturbeobachtung fehlt, sehr gut erklären. Es erscheint mir wunderbar, dass bis zum heutigen Tage noch Zweifel darüber zu bestehen scheinen, wie die Vögel, oder Flieger im Allgemeinen, mit ihren Flügeln arbeiten, während ich dies täglich auf das Genaueste sehe".

Nein, nicht auf Naturbeobachtungen stützt sich der Verfasser, sondern nur auf graue Theorie, die wie Jeder leicht sehen kann, im schroffsten Gegensatze zur Wirklichkeit steht.

Die falsche Anwendung der Begriffe „Kraft" und „Arbeit" kann unsägliches Unheil stiften.

Ich verweise hier auf meine im Dezemberheft 1893 enthaltene Arbeit: „Die genauere Präcisirung von Kraft und Arbeit".

Kreuznach, den 27. April 1898. Emil Jacob.

[1]) Auch müsste mit der wachsenden Arbeit der Druck wachsen, während er doch thatsächlich constant bleibt.



Die Internationale Aëronautische Conferenz zu Strassburg i. E. vom 31. März bis 4. April 1898.

Eine Woche vor Ostern dieses Jahres fand in Strassburg i. E. die seit dem verflossenen Herbst in Aussicht genommene Zusammenkunft der Internationalen Aëronautischen Commission unter äusserst zahlreicher Betheiligung sowohl seitens der Commissions-Mitglieder als auch durch das Präsidium eingeladener sonstiger Fachmänner und Interessenten statt.

Die Ergebnisse dieser Besprechungen sind insbesondere für die wissenschaftliche Luftschiffahrt von hervorragender Wichtigkeit.

Aus diesem Grunde hält es die Redaction dieser Zeitschrift für das Richtigste statt eines kurzen Berichtes, die gesammten Protokolle der Conferenz — natürlich mit gütiger Erlaubniss des Präsidiums — welche unseren Vereinsmitgliedern und Lesern sonst nur schwer zugänglich sein würden, in extenso an dieser Stelle zu veröffentlichen.

Was aber in den folgenden Verhandlungsberichten nicht verzeichnet oder kaum gelegentlich angedeutet ist, das ist die ganz ausserordentliche Gastfreundschaft und Herzlichkeit, mit welcher die Theilnehmer an der Conferenz von Seiten aller zuständigen Factoren: der Kaiserl. Landesregierung, des Meteorologischen Landesdienstes, des Oberrheinischen Vereins für Luftschiffahrt sowie der leitenden Persönlichkeiten dieser Kreise, die ganze Zeit über aufgenommen worden sind. Es sei dem unterzeichneten Redacteur, welcher die Ehre hatte, als einer der Schriftführer der Conferenz beizuwohnen, gestattet, im Namen der Berliner Theilnehmer, den Veranstaltern und Leitern der schönen, wissenschaftlich fruchtbaren und gesellschaftlich unvergesslichen Strassburger Tage, den wärmsten und aufrichtigsten Dank auszusprechen!

Berson.

Protokolle der Internationalen Aëronautischen Conferenz zu Strassburg.

Zu der Conferenz waren vom Präsidenten der Internationalen Aëronautischen Commission eingeladen worden die Mitglieder: Assmann, Berson, Berlin; Rotch, Boston; Erk, München; Angot, Besançon, Bouquet de la Grye, Cailletet, de Fonvielle, Hermite, Jaubert, Paris; Kowanko, Pomortzeff, Rykatchew, St. Petersburg.

Ausserdem hatten Einladungen erhalten:

1. Die Mitglieder des Internationalen Meteorologischen Comité's: Die Herren v. Bezold, Deutschland; Billwiller, Schweiz; de Brito-Capello, Portugal; Davis, Argentinische Republik; Eliot, Indien; Hann, Oesterreich;

Hepites, Rumänien; Hildebrandsson, Schweden; Mascart, Frankreich; Mohn, Norwegen; Moore, Vereinigte Staaten von Nord-Amerika; Paulsen, Dänemark; Russell, Neu-Süd-Wales, Australien; Scott, England; Snellen, Holland; Tacchini, Italien.

2. Folgende Herren: Hauptmann v. Parseval, Riedinger, Augsburg; Riggenbach, Basel; Hauptmann Gross, Güssfeld, Major Klussmann, Premier-Lieutenant v. Siegsfeld, Berlin; Glaisher, Croydon; van Bebber, Köppen, Neumayer, Hamburg; Schultheiss, Karlsruhe; Schiaparelli, Mailand; Major Brug, Finsterwalder, Hauptmann Freiherr v. Guttenberg, Linde, Vogel, München; Renard, Teisserenc de Bort, Violle, Paris; Ordone, Pavia; Woeikoff, St. Petersburg; Becker, Braun, Gerland, Hildebrandt, Modebeck, Mönnichs, Reye, Rubel, Strassburg; August Schmidt, Graf v. Zeppelin, Stuttgart; Boltzmann, Oberlieutenant Hinterstoisser, Pernter, Ritter v. Stach, Trabert, Wien; Billwiller, Heim, Spelterini, Zürich.

Vorläufiges Programm.

I.

Besprechung der 4 ersten internationalen Auffahrten[1]).

1. Leistungen der bisher bei den Ballonfahrten benutzten Instrumente. (Barometer, Thermometer, Uhren u. s. w.)

2. Erörterungen über die technische Ausrüstung der Ballons und der Umstände, die ihren Flug bestimmen. (Construction, Füllung, Auflassen der Ballons u. s. w.)

3. Besprechung der meteorologischen Ergebnisse, die die bisherigen internationalen Fahrten geliefert haben.

Die Herren Berichterstatter der verschiedenen Beobachtungscentren sind gebeten, an dieser Stelle ihre Specialberichte zu geben.

II.

Organisation und Ausrüstung der zukünftigen aëronautischen Experimente[1]).

1. Instrumentelle Ausrüstung der Ballons.
   a) Instrumente und Methoden, um die Höhe der Ballons zu bestimmen. (Barometer, photographische Methode des Herrn Cailletet, geodätische Methoden u. s. w.)
   b) Instrumente, die dazu dienen, die meteorologischen Verhältnisse festzulegen. (Thermometer u. s. w.)
   c) Instrumente zu andern physikalischen Untersuchungen (Zusammensetzung der Luft, Sonnenstrahlung, atmosphärische Elektricität u. s. w.)

---

[1]) Bei der Erörterung wird die Ausrüstung der unbemannten und bemannten Ballons streng auseinander zu halten sein.

d) Erörterung über die Methoden, die anzuwenden sind, um die Instrumente vorher unter denselben Verhältnissen zu prüfen, denen sie später während der Fahrt ausgesetzt sind.

2. Organisation der zukünftigen internationalen Ballonfahrten.
   a) Wie sind die Aufstiegstationen zu wählen, wie setzen sich dieselben miteinander in Verbindung und nach welchen Grundsätzen sind die Aufstiege auszustatten?
   b) Nach welchen Grundsätzen sind die internationalen Aufstiege zeitlich zu veranstalten, wie sind die Abfahrtzeiten der verschiedenen Ballonarten einzurichten?
   c) Es erscheint nützlich, die Beobachtungen der Bergstationen, und besonders, wenn solche vorhanden, diejenigen der Drachen- oder Drachenballonstationen zur gleichzeitigen Erforschung der unteren Schichten der Atmosphäre heranzuziehen.
   d) In welcher Weise sind die meteorologischen Stationen der Erdoberfläche, deren Beobachtungen bei den internationalen Experimenten benutzt werden sollen, auszuwählen?
   e) Allgemeine Regeln für das Wiederauffinden und Bergen der Registrirballons.

   Es dürfte sich empfehlen, das Bergen der Ballons dadurch zu erleichtern, dass die einzelnen Commissionsmitglieder, in deren Gebiet der Ballon niedergeht, sich verpflichten, den Ballon und die Instrumente zu sichern.

III.

Besprechung der Versuche, die bis jetzt gemacht sind, um in der freien Atmosphäre permanente meteorologische Stationen einzurichten.

1. Gebrauch der Drachen für wissenschaftliche Beobachtungen. Herr Rotch wird die Güte haben, über diesen Gegenstand zu berichten.

2. In welcher Weise kann man den von den Herren v. Parseval und v. Siegsfeld erfundenen Drachenballon den meteorologischen Forschungen dienstbar machen?

Ein von Herrn Riedinger construirter und zur Verfügung gestellter Drachenballon, der von dem Strassburger meteorologischen Institut mit Instrumenten ausgerüstet ist, wird der Commission durch Herrn Hauptmann Moedebeck und Herrn Hergesell in Thätigkeit vorgeführt werden.

3. Erörterung der allgemeinen Fragen, die zu diesem Gegenstand gehören; es dürfte von Werth sein, zu betonen, dass die Errichtung von freien Stationen in der Atmosphäre für die Meteorologie von grossem Werth ist, auch wenn dieselben sich nicht in sehr grosser Höhe befinden und nicht permanent beobachten können.

Erste Sitzung am 31. März 1898 Vormittags.

Anwesend neben den Ehrengästen:

Freiherr von Freyberg, Bezirkspräsident von Unterelsass;

Seine Excellenz von Jena, General der Infanterie, Gouverneur von Strassburg;

Dr. v. Schlumberger, Präsident des Landesausschusses;

Seine Excellenz der Unterstaatssecretär von Schraut;

Seine Magnificenz der Rector der Universität Prof. Dr. Windelband.

Die Herren: Assmann, Berson, Braun, Cailletet, Erk, Fievez, de Fonvielle, Gerland, Freiherr von Guttenberg, Heim, Hergesell, Hildebrandt, Hinterstoisser, Klussmann, Moedebeck, Mönnichs, Riedinger, Rotch, Rubel, Schmidt, Spelterini, Tacchini, Teisserenc de Bort, Vogel, Graf von Zeppelin.

Die Sitzung wurde um 10¼ Uhr Vormittags unter dem Vorsitze des Herrn Hergesell eröffnet.

Nach einigen Begrüssungsworten giebt der Präsident das Wort Seiner Excellenz dem Herrn Unterstaats-Secretär von Schraut. Derselbe hält folgende Ansprache:

„Geehrte Herren! Namens der Regierung gestatte ich mir die Internationale Aëronautische Commission willkommen zu heissen. Es gereicht uns zur besonderen Freude, so ausgezeichnete Männer, deren Thätigkeit einer so wichtigen Aufgabe gewidmet ist, hier begrüssen zu können. Durch ihre Thätigkeit ist ein ganz neuer Forschungszweig der Meteorologie, oder besser der Physik der Atmosphäre geschaffen worden. Bisher war die Meteorologie an der Erdoberfläche gebunden und konnte daher auch nur die Verhältnisse der untersten Luftschichten erforschen. So zahlreich und wichtig auch die Resultate sind, die sich aus diesen Beobachtungen ergeben haben, die Erfahrungen wiesen darauf hin, dass man die physikalischen Bedingungen der höheren und höchsten Schichten der Luft erforschen müsse. So entwickelte sich die wissenschaftliche Luftschiffahrt. Erheblich sind schon die Leistungen der unbemannten Hochfahrten, deren Erfindung und Ausführung bis zur Höhe von 15 km und mehr zunächst französischen Gelehrten zu danken ist. Erheblich sind die Leistungen der bemannten Hochfahrten, die mit besonderer Vorliebe in Russland und Deutschland gepflegt sind. Sehr dankenswerth sind insbesondere die Leistungen Ihrer Commission: die Ausführung von 4 internationalen Simultanfahrten mit bemannten und unbemanten Ballons. Die hierbei gewonnenen Resultate und Erfahrungen sollen nunmehr auf Ihrer Conferenz erörtert werden, neue Instrumente sollen an der Hand der gewonnenen Kenntnisse construirt, zukünftige Arbeitsprogramme festgelegt werden. Ein weiterer wichtiger Punkt, den die wissenschaftliche Luftschiffahrt zu erledigen hat, ist die Schaffung der permanenten Stationen in der *freien* Atmosphäre. Dieser Aufgabe dienen die Versuche der Amerikaner mit Drachen. Herr Director Rotch, den wir gleichfalls hier

begrüssen können, hat mit Drachen Höhen von über 3000 Meter erreicht und dieselben Stunden lang in der Höhe gehalten. Neu ist für den gleichen Zweck der Gebrauch eines meteorologischen Drachenballons. Zum ersten Male ist ein solcher hier in Strassburg zur Verwendung gekommen, und es wird unserem meteorologischen Landesinstitut eine besondere Genugthuung sein, den Mitgliedern der Conferenz diesen Ballon vorführen zu können.

Geehrte Herren! Umfangreich und wichtig ist Ihr Arbeitsprogramm. Mögen Ihre Arbeiten von dem von Ihnen gewünschten Erfolge begleitet sein. Mögen Sie auch in den Stunden der Arbeitsruhe die wohlverdiente Erholung in der angenehmsten Form finden und sich der Verehrung erfreuen, die Ihnen von allen Seiten entgegengebracht wird. Mit diesem Wunsche heisse ich Sie nochmals herzlichst willkommen.

Hiernach erhält seine Magnificenz der Rector der Kaiser Wilhelms-Universität, Herr Prof. Dr. Windelband, das Wort zur folgender Rede:

„Im Namen der Kaiser Wilhelms-Universität habe ich als deren Rector die Ehre, die Internationale Aëronautische Commission zu begrüssen, und der lebhaften Sympathie Ausdruck zu geben, welche wir Ihren wissenschaftlichen Bestrebungen und Arbeiten entgegenbringen. Die Internationale Organisation der meteorologischen Forschung, welche Sie, meine Herren, vertreten, bedeutet einen neuen Schritt in jener allmählichen Ausweitung des geistigen Horizonts der Menschheit, welche die Geschichte der Wissenschaften ausmacht.

Erwachsen ist das menschliche Denken in den engen und getrennten Vorstellungskreisen der einzelnen Völker; eine ausgleichende und überschauende Einheitlichkeit hat es zuerst in der Mittelmeerkultur gefunden; aber erst im Zeitalter der Renaissance ist es dem Menschen gelungen, den ganzen Planeten in seinen geistigen Besitz zu bringen und seine Stellung im Weltall zu verstehen. Auf zahllosen Wegen hat seitdem die Wissenschaft daran gearbeitet, auf diesem unserem Lebensgrunde uns immer sicherer zu orientiren; nun sind Sie, meine Herren, am Werke, auch die Atmosphäre, die ihn umgiebt, zum Besitz und zur Werkstatt der Wissenschaft zu machen. Die Einsicht der Naturforschung und die Feinheit der Technik, welche unser Jahrhundert geschaffen, verwenden Sie, um dem beweglichsten der Elemente die festen Gesetze seiner Bewegung abzufragen. Allein dies vermögen Sie nur durch eine gemeinsame Thätigkeit, welche, über weite Strecken nach einheitlichem Plane vertheilt, keine Grenzen der Völker oder der Staaten kennt; so kommt es in Ihrer Organisation beinahe symbolisch zum Ausdruck, wie die Wissenschaft den Menschen, der von Natur „glebae addictus“ ist, in eine höhere Schicht geistiger Gemeinschaft emporhebt. Wir sind glücklich darüber, dass in diesem grossen Zusammenhange Strassburg ein thätiges Glied sein darf, wir danken Ihnen, meine Herren, dass sie unsere Stadt zum Ort dieser Ihrer Sitzung gewählt haben, wir hoffen, dass sie zwischen Ihren Arbeiten Zeit finden, von den schönen Einrichtungen, welche unserer Universität

gewährt sind, sachkundige Kenntniss zu nehmen, und wir wünschen Ihren Verhandlungen gedeihlichen Fortgang und reichen Erfolg zur Förderung der Wissenschaft und zur Wohlfahrt der in Ihrem Dienste friedlich miteinander ringenden Völker."

Auf Aufforderung des Präsidenten antwortet hierauf der General-Sekretär der Internationalen Commission, Herr de Fonvielle, mit folgenden Worten:

„Hochgeehrte Herren!

„Ich bin unserem verehrten Präsidenten, Herr Prof. Dr. Hergesell, zu grossem Danke verpflichtet, dass er mir, als dem Schriftführer der Aëronautischen Commission, die nicht ungefährliche Ehre zu Theil werden lässt, im Namen dieser Internationalen Versammlung auf die ausgezeichneten Reden zu antworten, welche wir aus dem Munde hervorragender Redner soeben vernommen haben.

Wie Herr Unterstaatssekretär v. Schraut so gütig war, hervorzuheben, war es in Frankreich, zu Paris, dass, Dank der unermüdlichen Thätigkeit zweier Luftschiffer, die Auffahrten mit unbemannten Ballons ihren Ursprung genommen haben.

Es wäre jedoch ungerecht, hier nicht sofort hinzuzufügen, dass das immerhin bescheidene Beginnen der Herren Hermite und Besançon nur einen geringen Einfluss auf die Fortschritte der Physik der Atmosphäre ausgeübt haben würde, wenn nicht die mit ihren Hilfsmitteln erlangten Resultate zu Strassburg, Berlin, St. Petersburg und München eine einsichtige Anerkennung und eifrige Mitarbeiterschaft gefunden hätten, die stets vollauf von den Pionieren dieser Forschungsmethode dankbar begrüsst wurde. Wahrlich, diese schön begonnenen Untersuchungen hätten bei Weitem nicht die Ausdehnung angenommen, wenn sie nicht in Deutschland und Russland so erhabene Protection gefunden hätten. Wie der Herr Unterstaatssekretär soeben bemerkt hat, haben die vier Internationalen Aufstiege, deren wissenschaftlichen Werth und Folgen wir hier abschätzen sollen, bereits im moralischen Sinne einen glücklichen Erfolg erzielt; sie haben in ungeahnter Weise die Gebiete der Atmosphäre, die von der modernen Physik erforscht worden, erweitert. Die Drachen unseres Herrn Collegen Rotch haben bereits Höhen erreicht, welche diejenigen der bekannteren Bergobservatorien übertreffen. Die Drachenballons der Herren Siegsfeld und Parseval, die von den Herren Hergesell und Moedebeck zu meteorologischen Beobachtungen eingerichtet worden sind, haben bereits wie wirkliche Bojen des Luftoceans der Wuth der Stürme getrotzt und eben so siegreich wie die Bojen des Meeres dem Ansturm der Wogen widerstanden. Hat nicht während des letzten Sturmes, der die Grundtiefen des atlantischen Oceans erregt hat, der Strassburger Ballon triumphirend die Last der niederdrückenden Schneemassen ertragen?

„Der Herr Unterstaatssekretär hat richtig hervorgehoben, wie gross die Anzahl der Fragen ist, welche die Strassburger Conferenz zu lösen hat,

und von welcher weitgehenden Bedeutung sie sind. Aber gerade gelegentlich dieser seiner Erklärung scheuen wir es nicht, auszusprechen, dass wir in keiner Weise die Hoffnung hegen, in unseren Berathungen eines dieser gewaltigen Probleme vollkommen zu lösen. Obgleich unsere Arbeiten unter so glücklichen Auspicien beginnen — scheint doch der Himmel sich unseren Versuchen günstig zu erzeigen —, so glauben wir dennoch genug für die Wissenschaft und die Menschheit gethan zu haben, wenn wir nur dahin gelangen, den auserlesenen Geistern und hervorragenden Männern, die sich an diesem, unseres Jahrhunders so würdigen Kreuzzug betheiligen, irgend eine Anregung zu geben.

„In der That, wie der Rector dieser alten Universität in seiner von tiefem philosophischen Gefühl eingegebenen Rede ausgeführt hat, umgiebt sich gerade durch die Eroberung des Luftoceans und durch das Studium seiner geheimnissvollen und durchsichtigen Fluthen, durch welche wir die ewigen Gestirne betrachten, der menschliche Gemeinsinn mit einem unbesieglichen Glanz. Wenn wir die unermesslichen Schichten der Atmosphäre durchforschen, fühlen wir dass unbezwingliche Bedürfniss, unsere Gedanken zum Schöpfer zu erheben. Wir krönen durch unsere Forschungen würdig dieses bemerkenswerthe Jahrhundert, welches in seiner Wiege die ersten Wunder eines Volta anstaunte und jetzt, bereit zu scheiden und völlig in den Bereich der Geschichte einzutreten, die wunderbaren Entdeckungen eines Röntgen begrüsst.

„Tief von der Ueberzeugung durchdrungen, den ehrenvollen Auftrag auszuführen, den mir unser Präsident ertheilt hat, und das Werkzeug unserer Internationalen Conferenz zu sein, sage ich im Namen der in der Versammlung vereinigten Gelehrten Seiner Excellenz dem Herrn Unterstaatssekretär v. Schraut und seiner Magnificenz dem Herrn Rector Windelband für die wohlwollenden Worte, die sie im Namen der Regierung und der Universität, deren Vertreter sie sind, gesprochen haben, unseren tiefgefühltesten Dank."

Der Präsident theilt zunächst die Liste der zur Conferenz eingeladenen Herren mit und schlägt vor, dass Diejenigen, welche nicht Mitglieder der Commission sind, an den Verhandlungen sich nur mit berathender Stimme betheiligen dürfen; wird angenommen.

Auf Vorschlag des Präsidenten werden neben dem Generalsekretär Herrn W. de Fonvielle, die Herren Berson und Rubel zu Schriftführern ernannt.

Auf eine Bemerkung des Präsidenten und des Herrn Teisserenc de Bort wird beschlossen, die wissenschaftliche Discussion der schon ausgeführten Internationalen Ballonfahrten aus Mangel an Zeit zu unterlassen, umsomehr als dieselben schon in verschiedenen Einzelpublicationen behandelt sind. Ebenso wird die Erörterung des ersten Punktes des vorläufigen Programms (Leistungen der bisher bei den Ballonfahrten benutzen Instrumente) ausgesetzt, da sie am besten mit den instrumentellen Fragen der

zweiten Abtheilung des Programms vereinigt werden kann. Man schreitet sogleich zur Behandlung der zweiten Frage der ersten Abtheilung des vorläufigen Programms (Erörterung über die technische Ausrüstung der Ballons u. s. w).

Herr Cailletet beantragt, bei Fahrten mit unbemannten Ballons stets einen selbstthätigen Ballastwerfer zu gebrauchen, wogegen Herr de Fonvielle erläutert, welche Gründe Herrn Besançon dazu geführt haben, einen derartigen Apparat nicht anzuwenden.

Herr Cailletet antwortet mit der Beschreibung eines Ballastwerfers seiner Erfindung, bei dem Wasser mit Alkohol vermischt verwandt werde.

Herr Berson beschreibt einen ähnlichen Apparat bei dem nur Wasser benutzt wurde, da ein Gefrieren desselben wegen des schnellen Ausfliessens nicht zu befürchten sei. Herr Cailletet stimmt dem zu, meint jedoch, dass der Gebrauch von Flüssigkeiten auf seinen später zu beschreibenden selbstthätigen photographischen Apparat schädlich wirken könne.

Herr Hergesell beschreibt einen Ballastwerfer, der mit gesiebten Eisenfeilspänen geladen war. Derselbe habe den grossen Vortheil, ein kleines Volumen zu besitzen, dann aber könne er durch seinen Ballastwurf den Apparaten kaum gefährlich werden.

Herr Assmann schildert eine von Herrn Kowanko ersonnene Vorrichtung, die den Zweck habe, den Ballon auch noch von dem geleerten Ballastsack zu befreien.

Auf Vorschlag des Präsidenten wird folgende Resolution mit einem von Herrn Assmann vorgeschlagenen Zusatz angenommen:

> Die Conferenz hält beim Auflassen von unbemannten Ballons die Verwendung eines selbstthätigen Ballastwerfers für nothwendig. Selbstverständlich müssen alle Vorsichtsmassregeln getroffen werden, auf dass eine solche Vorrichtung nicht störend auf die Thätigkeit der Registririnstrumente einwirken könne.

Die Commission erörtert hierauf die verschiedenen Störungen, welche sich beim Auflassen und während des Fluges der unbemannten Ballons bei den bisher ausgeführten Internationalen Fahrten gezeigt haben; insbesondere beschäftigt sie sich mit dem häufigen Stehenbleiben der Uhrwerke. Aus den Verhandlungen, an welchen sich die Herrn Hergesell, Cailletet, Tacchini, Assmann und Berson betheiligen, geht hervor, dass diese Störungen in durchaus unregelmässiger Weise auftraten und selbst dann erfolgten, wenn die Uhrwerke vollständig entölt waren. Jedoch haben nach Herrn Berson's Ansicht gewisse Uhrwerke der Kältewirkung ohne sichtbaren Grund gut widerstanden. Herr Teisserenc de Bort ist der Ansicht, dass das Stehenbleiben der Uhrwerke in erster Linie der Zusammenziehung des ganzen Uhrkörpers, die bei den äusserst niedrigen Temperaturen eintreten

muss, zuzuschreiben ist. Sowohl die Zapfen in ihren Lagern als die Unterlagen der Axen erleiden hierdurch starke Pressungen. Die Störungen sind um so eher zu befürchten, je genauer der Gang des Uhrwerks justirt ist. Herr Cailletet beschreibt hierauf eine Vorrichtung, durch welche die soeben geschilderten Erscheinungen, die durch die Zusammenziehung des Uhrkörpers hervorgerufen werden, vermieden werden können; man lässt die Axen der Räder in Büchsen aus Edelsteinen laufen, in welchen sich dieselben frei bewegen können, sodass die Verschiebung der Trageplatten der Räderaxen keinen Druck mehr erzeugen kann. Die Conferenz empfiehlt die Construction derartiger Uhren.

Die Versammlung beschäftigt sich hierauf mit den Methoden, den Auftrieb der Ballons zu messen, und mit dem Einflusse der Gastemperatur auf die Steigkraft.

An der Discussion betheiligen sich die Herren Hergesell, Moedebeck, de Fonvielle, Assmann, Teisserenc de Bort und Berson.

Folgender Beschluss wird gefasst:

> Die Conferenz ist der Ansicht, dass bei jedem Aufstieg von unbemannten Ballons das Gesammtgewicht des Aëronautischen Materials und der Auftrieb gemessen werden muss; ferner ist es nothwendig, durch Registrirung während der ganzen Dauer der Fahrt die Gastemperatur so genau wie möglich zu bestimmen.
>
> Diese Bestimmungen sind ebenso wie die Beobachtungen der Registrirapparate zu veröffentlichen.

Die Versammlung geht $12^1/_2$ Uhr auseinander, um einer Einladung des Kaiserlichen Statthalters von Elsass-Lothringen, Seiner Durchlaucht des Fürsten von Hohenlohe-Langenburg, zum Frühstück zu folgen.

Zweite Sitzung am 31. März 1898 Nachmittags.

Die Sitzung wird um 4 Uhr 10 durch den Präsidenten eröffnet.

Anwesend die Herren: Assmann, Berson, Cailletet, Erk, Fievez, de Fonvielle, Freiherr von Guttenberg, Heim, Hergesell, Hildebrandt, Hinterstoisser, Moedebeck, Riedinger, Rotch, Rubel, Schmidt, Spelterini, Tacchini, Teisserenc de Bort, Vogel.

Der Präsident setzt die Versammlung zunächst in Kenntniss von den Verhandlungen, die von ihm geführt wurden, um die Thätigkeit der Commission zu erweitern. Er theilt ferner die Schreiben mit, welche in dieser Hinsicht bisher eingegangen sind. Dieselben finden sich in den Anlagen gedruckt vor.

Herr Hergesell macht weiter die Mittheilung, dass der Commandeur der Königl. preuss. Luftschifferabtheilung, Herr Major Klussmann, durch

dienstliche Gründe leider verhindert sei, den folgenden Verhandlungen beizuwohnen. Derselbe habe ihn ermächtigt, die Erklärung abzugeben, dass die Königl. preuss. Luftschifferabtheilung die wissenschaftliche Luftschiffahrt stets nach Kräften unterstützen werde; insbesondere werde im Sinne der am Schlusse der ersten Sitzung gefassten Resolution bei den vielen Auffahrten der Abtheilung stets die Bestimmung der Gastemperatur in der Folgezeit ausgeführt werden. Die Conferenz nimmt mit grossem Interesse und vielem Dank von dieser Erklärung Kenntniss und geht hierauf zur Behandlung des zweiten Haupttheiles des vorläufigen Programms über. Man beschäftigt sich zunächst mit der instrumentellen Ausrüstung der Ballons.

Bei der Besprechung der Methoden zur Höhenbestimmung ertheilt der Präsident zunächst das Wort Herrn Teisserenc de Bort, welcher aus einem gedruckten Bericht das erste Capitel, das sich mit diesem Gegenstand beschäftigt, zur Verlesung bringt. Herr de Fonvielle billigt völlig die Schlussfolgerungen des Herrn Teisserence de Bort, erachtet es jedoch als nothwendig, auch die Wichtigkeit der Untersuchungen, die den Zweck haben, die Richtungen der Laplace'schen Höhenformel zu prüfen, zu betonen.

Herr Teisserenc de Bort macht hierauf einige Zusätze zu seiner soeben verlesenen Abhandlung, in welchen er darauf hinweist, dass die barometrische Höhenformel genügende Resultate giebt, wenn man die wahre Lufttemperatur und die Correctionen, die von Herrn Angot bei Verwendung dieser Formel angegeben sind, berücksichtigt. Insbesondere weist er auf das Interesse hin, welches die barometrische Höhenbestimmung im Vergleiche zu den direkten Messungen für das Studium des verticalen Gradienten darbietet, dessen Existenz er vor einigen Jahren nachgewiesen hat. Er vertheilt aus diesem Anlass unter die Mitglieder verschiedene gedruckte Abhandlungen über diesen Gegenstand.

Die Herren Berson und Assmann tragen nacheinander ihre Erfahrungen über die barometrischen Höhenbestimmungen, die sie auf Grund der zahlreichen Berliner Ballonfahrten machen konnten, vor und weisen insbesondere darauf hin, dass die Höhenberechnungen nach den gewöhnlichen Methoden, bei welchen das arithmetische Mittel der oberen und unteren Temperatur in die Höhenformel eingesetzt wird, oft zu bedeutenden Fehlern führen können. Sie empfehlen im Gegensatze zu dieser Methode die schichtenweise Höhenberechnung, bei der ausserdem noch die Veränderung der Temperatur an der Erdoberfläche während der Dauer der Ballonfahrt in Rechnung gezogen wird.

Herr Assmann vertheilt einige Druckbogen aus dem grossen Werke über die Berliner Ballonfahrten, um die angewandte Methode der Höhenberechnung zu zeigen.

Auf den Vorschlag des Herrn Hergesell, zu welchem Herr Berson einige Zusätze macht, eine gemeinschaftliche Methode aufzustellen, nach

welcher die Höhenberechnung vorzunehmen ist, entspinnt sich eine lebhafte Discusion, an der sich die Herren Berson, Cailletet, Teisserenc de Bort, Erk, Assmann und Hergesell betheiligen; es wird beschlossen, eine Subcommission zu ernennen, die die geeignetste Methode auswählen soll. Zu Mitgliedern dieser Commission werden die Herren Berson, Teisserenc de Bort, Erk und Hergesell ernannt.

Der Präsident der Commission soll seinen Collegen das Resultat der Erörterungen der Subcommission mittheilen.

Im weiteren Verlauf beschäftigen sich die Verhandlungen mit den Punkten b, c und d des zweiten Haupttheiles des vorläufigen Programms.

Man bespricht zunächst die Vergleichung des Aneroïdbarometers mit dem Quecksilberbarometer.

Herr Cailletet beschreibt in den Grundzügen einen Apparat seiner Construction, der gleichzeitig das Ende der Quecksilbersäule eines Quecksilberbarometers und den senkrecht unter dem Ballon gelegenen Theil der Erdoberfläche photographirt. Herr Berson macht die Bemerkung, dass die Angaben des Quecksilberbarometers den atmosphärischen Druck nur dann genau wiedergeben, wenn der Ballon keine verticale Beschleunigung besitzt. Er fügt hinzu, dass man auch bei sehr niedrigen Temperaturen ein Gefrieren des Quecksilbers kaum zu befürchten habe. Auf eine Anfrage des Herrn Tacchini setzt der Redner des Weiteren auseinander, dass die Ablesungen des Quecksilberbarometers wegen der Bewegungen des Korbes und der hierdurch verursachten Schwankungen der Kuppe um die Gleichgewichtslage eine gewisse Uebung erfordern. Da Befürchtungen laut werden, dass unter den beschriebenen Umständen der Vergleich des Aneroïd- mit dem Quecksilberbarometer im Ballonkorbe kaum durchzuführen sei, fügt Herr Berson hinzu, dass man die Tragweite seiner Kritik nicht übertreiben dürfe, da bei normalen Umständen die Differenz zwischen den Ablesungen des Aneroïds- und des Quecksilberbarometers nur einige Millimeter betrage.

Bei der Besprechung, wie man die Aneroïdbarometer controliren könne, die mit unbemannten Ballons emporsteigen, lenkt Herr Tacchini die Aufmerksamkeit der Versammlung auf den Werth, den die Ausführung gleichzeitiger Fahrten für die Vergleichung der Instrumente haben könne. Herr Hergesell unterstützt lebhaft in längerem Vortrage die von Herrn Tacchini vorgetragene Anschauung. Nach einer Erörterung, an der sich noch die Herren Berson, Assmann, und Teisserenc de Bort betheiligen, fasst die Conferenz folgenden Beschluss:

Durch Ausführung gleichzeitiger Fahrten von verschiedenen Beobachtungsstationen soll man darnach streben, die bei den bemannten und unbemannten Fahrten benutzten Instrumente zu vergleichen, indem man die Instrumente der

verschiedenen Stationen vertauscht und die Auffahrt sobald wie möglich wiederholt.

Herr Tacchini fügt noch hinzu, dass die Beobachter natürlich jede Freiheit in der Auswahl der Mittel besitzen, um die Instrumente zu controliren.

Die Sitzung wird um 6 Uhr 30 geschlossen.

Dritte Sitzung am 1. April 1898 Vormittags.

Die Sitzung wird um 9½ Uhr Vormittags vom Präsidenten eröffnet.

Anwesend die Herren: Assmann, Besançon, Berson, Cailletet, Erk, Fievez, de Fonvielle, Gerland, Freiherr von Guttenberg, Heim, Hergesell, Hildebrandt, Hinterstoisser, Kowanko, Moedebeck, Mönnichs, Rotch, Rubel, Schmidt, Schultheiss, Spelterini, Tacchini, Teisserenc de Bort, Vogel.

Vor Eintritt in die Tagesordnung schlägt Herr de Fonvielle vor, Herrn Charles Fievez, Sekretär der Belgischen Gesellschaft für Astronomie, welchen er gleichzeitig vorstellt, zum Schriftführer zu ernennen. Der Vorschlag wird angenommen. Herr Fievez dankt für seine Wahl und vertheilt einige Veröffentlichungen der oben genannten Gesellschaft.

Herr Hergesell eröffnet die Sitzung mit Verlesung der eingegangenen Briefe.

Man schreitet zur Verhandlung der Thermometerfrage. Herr Teisserenc de Bort erhält das Wort, um das zweite Kapitel in seiner oben genannten Abhandlung, die er unter die Mitglieder vertheilt hat, vorzulesen. Dieses Kapitel beschäftigt sich mit der Bestimmung der wahren Lufttemperatur.

Herr Hergesell macht Mittheilung von seiner Abhandlung in der Meteorologischen Zeitschrift Nr. XII., Dezember 1897, S. 433 bis 448, von welcher er ebenfalls den wesentlichsten Teil vorliest.

Herr Cailletet gibt eine Beschreibung eines Thermometers seiner Erfindung, das aus einer silbernen spiralförmigen Röhre, welche an eine Glasröhre angelötet ist, besteht. Er gibt an, dass der beschriebene Apparat sich bereits nach 15 Sekunden bei einer Temperaturdifferenz von 60 Grad im Gleichgewicht befindet.

Die Flüssigkeit, mit der die Spirale gefüllt ist, ist Toluol.

Herr Besançon, welcher soeben eingetroffen ist, wird von Herrn de Fonvielle eingeführt. Der Präsident bewillkommt ihn und erkundigt sich nach dem Befinden des Herrn Hermite. Auf Vorschlag des Herrn Hergesell beschliesst die Versammlung die Absendung eines Telegramms, welches das Bedauern der Conferenz ausdrückt, Herrn Hermite wegen seines Gesundheitszustandes nicht in ihrer Mitte begrüssen zu können. Man verhandelt des Weiteren über die Ventilation der Thermometer.

Herr Teisserenc de Bort schlägt zu diesem Zwecke einen Ventilator vor, der durch ein Gewicht, das an einem Seidenfaden oder Stahldraht bis zu 1500 m Länge aufgehängt ist, in Bewegung gesetzt wird.

Die Herren Assmann und Berson nehmen nacheinander das Wort, um zu erklären, dass sie ein ähnliches System der Ventilirung bereits versucht, jedoch keine guten Resultate damit erzielt haben, weil die Zerreissleine sich um den Draht, der das Gewicht trug, oder umgekehrt wickelte.

Herr Assmann kommt von Neuem auf die Frage der Ventilation zurück, die er für unbedingt nothwendig bei allen Ballonfahrten hält, und beschreibt einen Ventilator, bei welchem die Luft durch einen Strahl flüssiger Kohlensäure angesaugt wird. Herr Cailletet bemerkt, dass bei sehr niedrigen Temperaturen der Druck der Kohlensäure zu gering wird, um den angestrebten Zweck hervorzubringen. Herr Assmann erwidert, dass man stets in der Lage sein wird, für ziemlich lange Zeit die Kohlensäure vor zu starken Temperaturerniedrigungen zu schützen, so dass sicherlich eine genügende Ventilation erzielt werden könne.

Das Ergebniss der obigen Erörterung ist folgender Beschluss, der von der Conferenz einstimmig angenommen wird:

1. Die äusserst schnelle Temperaturänderung, die bei unbemannten Fahrten unter allen Umständen zu erwarten ist, macht es nothwendig, dass man in der Folgezeit zur Aufzeichnung der Temperaturen Thermometer anwendet, deren thermische Trägheit bedeutend geringer ist, als die der bisher benutzten Instrumente.

2. Es ist unerlässlich, die Thermometer auf irgend eine Weise einer wirksamen Ventilation auszusetzen.

Die weiteren Erörterungen beschäftigen sich mit der Ausrüstung der bemannten Ballons.

Die Herren Assmann und Berson wiederholen die Gründe, welche sie bereits gegen den ausschliesslichen Gebrauch des Quecksilberbarometers ausgeführt haben. Herr Berson kommt noch einmal auf die Vorsichtsmassregeln zurück, welche beim Gebrauch des Quecksilberbarometes anzuwenden sind. Er fügt hinzu, dass das Instrument viel weniger zerbrechlich ist, als man befürchte. Bei 51 Auffahrten sei ihm nur ein einziges zerbrochen. Er wiederholt noch einmal, dass die Beobachtungen der Quecksilberkuppe sehr schwierig sind, weil die Amplitude der beständigen Schwingungen der Quecksilbersäule gewöhnlich mehrere Millimeter betragen, sich sogar in Einzelfällen bis zu 1 oder 2 Centimetern vergrössern könne, bei Gleichgewichtslage des Ballons seien die Ablesungen dagegen **ganz zuverlässig**.

In Folge dieser Erörterung fasst die Conferenz folgenden Beschluss:

Das Quecksilberbarometer ist bei bemannten Auffahrten als Normalinstrument für die Druckablesungen anzusehen; **mit ihm sind auch die**

mitgeführten Aneroïde beständig zu vergleichen. Es ist jedoch hervorzuheben, dass seine Ablesungen nur dann einen Werth besitzen, wenn die Beschleunigung des Ballons 0 ist; diese Bedingung ist erfüllt, wenn die Registrircurve des Barographen horizontal ist.

Herr Kowanko aus St. Petersburg betritt den Sitzungssal und wird vom Präsidenten begrüsst. Er theilt mit, dass Herr Rykatchew erst morgen eintreffen wird, um den Verhandlungen beizuwohnen.

Man erörtert hierauf die Versuche, die bisher gemacht worden sind, um die Registririnstrumente in den Laboratorien mit Hilfe von Druck- und Kältekammern zu prüfen.

Die Herren Hergesell und Erk erklären, dass sie mehrere Male diese Versuche in der Weise angestellt haben, dass sie die Curven der Apparate im Laboratorium in ähnlicher Weise aufzeichnen liessen, wie bei dem Fluge selbst.

Man fasst folgenden Beschluss:

Die Conferenz ist der Ansicht, dass man zwecks Prüfung der Registrirapparate im Laboratorium mit Hilfe von Druck- und Kältekammern durch die Instrumente Curven aufzeichnen lasse, die den Barometer- und Thermometercurven während der Fahrt ähnlich sind.

Die Sitzung wird um 12 Uhr 10 geschlossen.

Vierte Sitzung am 1. April 1898 Nachmittags.

Die Sitzung beginnt 2 Uhr 40 Nachmittags unter dem Vorsitz des Herrn Hergesell.

Anwesend die Herren: Assmann, Besançon, Berson, Cailletet, Erk, Fievez, de Fonvielle, Gerland, Freiherr v. Guttenberg, Heim, Hergesell, Hildebrandt, Hinterstoisser, Kowanko, Moedebeck, Mönnichs, Rotch, Rubel, Schmidt, Schultheiss, Spelterini, Tacchini, Teisserenc de Bort, Vogel.

Herr Fievez macht das Anerbieten, die Protokolle der Conferenz auf Kosten der belgischen Gesellschaft für Astronomie in deren Zeitschrift drucken zu lassen.

Der Präsident dankt im Namen der Conferenz für dieses dankenswerthe Anerbieten, ist jedoch leider nicht in der Lage, dasselbe annehmen zu können, weil der Druck der Protokolle bereits auf Kosten des meteorologischen Landesdienstes von Elsass-Lothringen, das die Uebernahme dieser Aufgabe für eine Ehrenpflicht ansehe, begonnen habe.

Auf Vorschlag des Präsidenten fährt man in der Erörterung der Ausrüstung der bemannten Ballons fort.

Herr Cailletet zeigt einige Momentphotographien vor, die gelegentlich der letzten Auffahrt des „Balashoff" mit dem von ihm erfundenen automatischen Apparat erhalten sind. Herr Cailletet fügt noch hinzu, dass das Instrument von Herrn Gaumont „directeur du Comptoir central de photographie" in Paris consruirt worden ist.

Die Herren Assmann und Berson nehmen nacheinander das Wort, um zu erklären, dass sie ebenfalls einen ähnlichen Apparat construirt haben, der aber bisher keine definitiven Resultate ergeben hat.

Herr Hergesell drückt den Wunsch aus, zu erfahren, unter welchen Bedingungen man sich ein so interessantes Instrument verschaffen könne.

Herr Cailletet verspricht nähere Angaben aus Paris. Im Weiteren findet ein Gedankenaustausch über die günstigsten Bedingungen statt, welche bei photographischen Aufnahmen vom Ballon aus nothwendig sind.

Herr Teisserenc de Bort ist der Ansicht, dass man bei derartigen Aufnahmen wahrscheinlich ähnliche Schwierigkeiten antrifft wie bei dem Photographiren der Wolken. Der Redner empfiehlt die Anwendung von farbigen Gläsern, orthochromatischen Platten und sorgfältig ausgewählten Objectiven, um auf diese Weise den Einfluss der störenden Dunstschicht in der Tiefe und in der Ferne zu überwinden.

Die Herren Berson und Assmann bemerken, dass sie oft vorzügliche Aufnahmen mit gewöhnlichen Apparaten, aber unter Gebrauch einer Gelbscheibe erlangt haben.

Herr Spelterini fügt hinzu, dass die Luft, die in der Regel nach ergiebigem Regen sich für dass gewöhnliche Sonnenlicht sehr durchgängig erweist, dieses in keiner Weise für die photographischen Strahlen ist.

Die Erörterung geht noch einmal auf den Registrirapparat des Herrn Cailletet zurück. Herr Hergesell verliest einen Brief des Herrn Professor Finsterwalder aus München, in welchem derselbe die Vorzüge des betreffenden Apparates ebenfalls hervorhebt und einige Verbesserungen vorschlägt. Insbesondere beschreibt er eine Vorrichtung, bestehend aus vier senkrecht herabhängenden Fäden, die ebenfalls photographirt werden und den Zweck haben, die Verticalstellung des Apparates zu kontroliren. Herr Cailletet theilt hierauf mit, dass er bereits durch photographische Wiedergabe einer Libelle die vollkommen senkrechte Stellung des Apparates zur Controlle gebracht habe, wiewohl derselbe dank seiner cardanischen Aufhängung bereits eine grosse Stabilität in der Lotlinie besitze; auch erleidet derselbe durch Auslösung des Momentverschlusses keine Erschütterung, da dieselbe selbstthätig durch ein Uhrwerk besorgt werde.

Ein Gedankenaustausch findet hierauf zwischen den Herren Teisserenc de Bort und Berson über die Möglichkeit statt, mit Hilfe von geodätischen Messungen vom Ballon aus dessen Höhe zu bestimmen.

Herr Teisserenc de Bort theilt seine Ansichten über die früher benutzte Methode, die Fahrlinie des Ballons mit Hilfe terrestrischer Visuren

zu bestimmen, mit und erwähnt bei dieser Gelegenheit seine Messungen zu Trappes, bei welchen er zufällig vorüberfliegende Ballons bis zu einer Entfernung von 16 km verfolgen konnte. Er lenkt fernerhin die Aufmerksamkeit der Conferenz auf den Dromograph des Herrn Hermite, der die Höhenwinkel und Azimute selbstthätig aufschreibt.

Die Herren Berson, Vogel und Assmann beschreiben einen Heliometer (von Wellmann), welchen Herr Kremser in Berlin gebrauchte, um den Durchmesser des Ballons zu messen.

Herr de Fonvielle macht Mittheilung von einem besonders construirten Fernrohr, das er zu demselben Zwecke verwandt habe, allerdings nur wenn keine grosse Genauigkeit der Messungen erforderlich war.

Herr Berson bemerkt, dass jeder in Bewegung befindliche Ballon mehrere Durchmesser hat, die von einander verschieden sind, so dass dieser Umstand Fehler verursachen könne.

Herr Fievez schlägt in Folge dessen den Gebrauch eines Rechteckes aus gespannter Leinwand vor, das von dem Ballon mit emporgeführt werde, dessen Länge bekannt und dessen Breite genügend gross sei, dass man es in weiter Entfernung unterscheiden könne.

Das Ergebniss dieser umfangreichen Discussion ist:

> Die Commission empfiehlt, dass man bei bemannten Fahrten, wenn irgend angängig, alle nur möglichen Methoden anwenden solle, um wahre Höhen des Ballons zu erhalten.

Die Versammlung beschäftigt sich hierauf mit der Prüfung der Thermographen im Laboratorium.

Die Erörterung, an welcher die Herren Cailletet, Berson, Assmann und Hergesell Theil nehmen, beschäftigt sich zunächst mit den zur Verfügung stehenden Mitteln, um eine Kältequelle zu erhalten, die gestattet, die Thermometer noch niedrigeren Temperaturen auszusetzen, als denen, welche sie wahrscheinlich bei den Hochfahrten antreffen werden. Bei dieser Gelegenheit schreibt Herr Kowanko das besonders für diese Zwecke eingerichtete Laboratorium des Herrn Rykatchew im physikalischen Central-Observatorium zu Petersburg.

Herr Erk hält einen lehrreichen Vortrag, der durch verschiedene Zeichnungen illustrirt wird, über einen Kälteapparat, der von ihm und Dr. Linde in München unter Anwendung flüssiger Luft construirt worden ist. Er giebt an, dass es mit Hilfe dieser neuen Kältequelle gelungen sei, leicht Temperaturen unter — 100 Grad in der Kältekammer zu erzielen.

Herr Cailletet theilt im Anschluss hieran mit, dass er über die hochwichtige Entdeckung des Herrn Professor Linde einen sehr eingehenden Artikel in der 1. März-Nummer der Zeitschrift der Gesellschaft für Künste zu London veröffentlicht habe und das der französicshe Unterrichtsminister die nöthigen Massregeln angeordnet habe, auf dass einer der Linde'schen

Apparate bei den Vorlesungen vorgeführt werde, die Herr Cailletet im Collège de France halten wird.

Die Versammlung fasst hierauf folgenden Beschluss:

Die Commission dankt Herrn Erk und insbesondere Herrn Professor Linde für die mit flüssiger Luft angestellten Versuche und spricht den Wunsch aus, dass dieselben in Zukunft weiter fortgesetzt werden.

Herr Erk kommt noch einmal auf die Nothwendigkeit zurück, bei der Prüfung der Barometer den Druck in ähnlicher Weise zu ändern wie bei den Freifahrten. Er erklärt, dass es ihm in seinem Laboratorium vollständig gelungen sei, die Registrircurven bei bemannten Fahrten nachzuahmen und auf diese Weise die Correctionen des Aneroïds für die verschiedenen Theile der Bahn getrennt zu bestimmen. Die Versammlung hört mit grossem Interesse die Auseinandersetzung des Herrn Erk an und verweisst im Uebrigen auf den Beschluss der vorigen Sitzung.

Herr Besançon übergiebt dem Bureau eine Abhandlung, die von ihm und Herrn Hermite gemeinschaftlich verfasst ist und von den Verbesserungen beim Auflassen der Registrirballons handelt.

Da er dieselbe, weil noch nicht anwesend in der ersten Sitzung, nicht zum Vortrag bringen konnte, bittet er einen Auszug des Berichts, wenn möglich im Anhang, abdrucken zu lassen.

Die Herren Berson und Hergesell machen auf die Wichtigkeit der bemannten Fahrten unter besonderen Wetterlagen aufmerksam, und erwähnen besonders den Fall, wenn ein Depressions-Centrum über dem europäischen Continent erschienen ist. Sie erklären, dass vom rein meteorologischen Standpunkt aus die bemannten Fahrten eine besondere Wichtigkeit besitzen, da sie die meteorologischen Verhältnisse von Luftschichten, welche unmittelbaren Einfluss auf die Witterung auf der Erdoberfläche ausüben, festlegen sollen, während die unbemannten Fahrten die Erforschung von Luftschichten bezwecken, welche diesen Einfluss nicht mehr besitzen. In Folge dieser Bemerkungen sieht sich Herr de Fonvielle veranlasst, auf die grosse Wichtigkeit aufmerksam zu machen, welche die Bestimmung der Temperatur des Weltenraums aus den Temperaturmessungen in den höchsten Schichten der Atmosphäre besitzen. Er lenkt die Aufmerksamkeit auf die Möglichkeit, in dieser Weise eine Auswahl zwischen der kinetischen Gastheorie, die eine Welttemperatur von 273 Grad unter Null verlangt, und der Fourrier'schen Theorie gestatte, da die letztere nur eine Temperatur des ausserirdischen Mediums festsetze, die sich wenig von dem Minimum der Erdoberfläche in den Polarregionen unterscheide.

Herr Erk lenkt die Aufmerksamkeit der Conferenz wieder auf die Instrumentenfragen zurück.

Er ist der Ansicht, dass bei den grossen Temperaturdifferenzen zwischen dem trockenen und feuchten Thermometer des Aspirationspsychrometers es bedenklich ist, dass in der unmittelbaren Nachbarschaft des befeuchteten Thermometers ein Körper vorhanden ist, der wärmer ist als dieses letztere. Dieser Körper ist der innere Cylinder der Aspirationsvorrichtung. Die Fehler, welche diese Anordnung hervorbringen kann, vermeidet man leicht, wenn man diesen inneren Cylinder ebenfalls mit befeuchtetem Musselin umwickelt. Wenn man diese Vorsichtsmassregel anwendet, wird das Trocken-Thermometer durch einen Cylinder A von der Temperatur t und das feuchte Thermometer durch einen Cylinder A' von der Temperatur t' gegen Strahlung geschützt.

Die Versammlung hört mit grossem Interesse diese Auseinandersetzungen an und ist der Ansicht, dass man in dieser Beziehung leicht vergleichende Beobachtungen mit dem grossen Assmann'schen Ballon-Psychrometer anstellen könne, da derselbe 2 feuchte Thermometer besitze, von welchem das eine leicht mit der Erk'schen Vorrichtung versehen werden könne.

In Bezug auf die Ausrüstung der bemannten Ballons bei Internationalen Auffahrten kommt die Conferenz zu folgenden Beschlüssen:

1. Die Conferenz hält es für nothwendig, dass die instrumentelle Ausrüstung der bemannten Ballons für alle Theilnehmer möglichst dieselbe ist.
2. In Bezug auf die Barometer sind die betreffenden Beschlüsse bereits gefasst[1]).
3. Was die Bestimmung der Temperaturen angeht, so ist die Conferenz der Ansicht, dass das Aspirationsthermometer, welches in einer angemessenen Entfernung, jedoch wenigstens 1 m 50 cm vom Ballonkorb, aufzuhängen ist, das Normalinstrument für die bemannten Fahrten ist. Vergleichungen anderer Thermometer-Aufstellungen, besonders des Schleuderthermometers, sind natürlich nicht ausgeschlossen.

Die Sitzung endet 5 Uhr 30 Nachmittags.

Am nächsten Tage findet ein Vortrag des Herrn Hergesell über den von Parseval-Siegsfeld erfundenen und von ihm und Moedebeck für meteorologische Beobachtungen eingerichteten Drachenballon statt.

5. Sitzung am 2. April 1898 Vormittags.

Die Commission versammelt sich um $9^1/_2$ Uhr in einem Hörsaal der Universität.

---

1) Siehe S. 145.

Anwesend die Herren: Assmann, Besançon, Berson, Braun, Cailletet, Erk, Fievez, de Fonvielle, Gerland, Freiherr von Guttenberg, Heim, Hergesell, Hildebrandt, Hinterstoisser, Kowanko, Moedebeck, Mönnichs, Riggenbach, Rotch, Rubel, Rykatchew, Schmidt, Schultheiss, Spelterini, Tacchini, Teisserenc de Bort, Vogel, Graf v. Zeppelin.

Herr Hergesell hält einen Vortrag über den vorzuführenden meteorologischen Drachenballon und beschreibt an der Hand von Tafeln den Bau des Ballons und seine meteorologischen Einrichtungen. Nach Beendigung des Vortrags begaben sich die Mitglieder in den Hof der Trainkaserne, wo um $10^1/_2$ Uhr der Aufstieg erfolgte. Der Ballon hat einen Durchmesser von $4^1/_4$ m und eine Länge von 11 m. Sein Gewicht beträgt 110 kg, sein Volumen 222 cbm, seine Oberfläche 219 □m. Der Ballon ist mit reinem Wasserstoffgas gefüllt. Nachdem 600 m Kabel, von dem 100 m 5 kg wiegen, abgelassen waren, wurde dasselbe an dem von Riedinger gelieferten selbstaufzeichnenden Anemo-Dynamograghen befestigt. Das Wetter war während des Versuchs das denkbar schlechteste. Es wehte bei reichlichem Regenfall ein heftiger Wind. Die Commission constatirt, dass trotz alledem der neue Ballon von einer bemerkenswerthen Stabilität ist.

Nachdem der Ballon, wegen der starken Beschwerung durch das Regenwasser, entlastet worden war, stieg er von neuem in die Höhe und verschwand in den Wolken, nachdem ungefähr 800 m abgelassen waren. Die Commission stellt fest, dass der selbstregistrirende Anemo-Dynamograph, der ausser dem Azimut und der Neigung des Kabels die Zugstärke aufzeichnet, ohne Störung arbeitet.

Nachmittags folgte die Conferenz einer Einladung des Directors des meteorologischen Landesdienstes zu einem Festmahl im Hôtel Stadt Paris, Abends einer solchen zu einem Herrenabend, veranstaltet vom Oberrheinischen Verein für Luftschiffahrt.

6. Sitzung am 3. April 1898.

Der Präsident eröffnet die Sitzung um 10 Uhr Vormittags.

Anwesend die Herren: Assmann, Besançon, Berson, Erk, Fievez, de Fonvielle, Freiherr von Guttenberg, Hildebrandt, Hinterstoisser, Kowanko, Moedebeck, Rotch, Rubel, Rykatchew, Spelterini, Tacchini, Teisserenc de Bort.

Bevor die Versammlung in die weitere Erörterung eintritt, zeigt Herr Teisserenc de Bort den Mitgliedern einen Thermographen seiner Erfindung, der 3 Mal so gross gebaut ist als diejenigen, welche später bei den unbemannten Ballonfahrten dienen sollen. Er zeigt durch Versuche, dass sein Instrument sehr schnell die Temperatur der äusseren Luft annimmt und ausserdem für Stösse wenig empfindlich ist. Diesem Thermographen sind 2 Thermographen mit Bourdon-Rohren beigegeben, von welchen das eine eine polirte Oberfläche, das andere eine geschwärzte besitzt.

Herr Teisserenc de Bort setzt auseinander, dass wenn die Angaben dieser beiden Instrumente identisch sind, man sicher ist, dass der Einfluss der Sonnenstrahlung in keiner Weise die Temperaturmessung der Luft gestört hat.

Des Weiteren zeigt er eine von ihm erfundene mechanische Ventilations-Vorrichtung und eine Kork-Kiste, die er als beste Hülle für die Uhren der Registrir-Instrumente vorschlägt, da sie wenig empfindlich für die Schwankungen der Temperatur ist.

Desgleichen zeigt Herr Hergesell 2 neu construirte Thermometer vor, die eine sehr geringe thermische Trägheit besitzen und vorzüglich geeignet sind, um schnellen Temperaturwechseln zu folgen.

Bei dem einen besteht der wärmeempfindliche Körper aus 30 neusilbernen Drähten von sehr geringem Durchmesser ($^1/_{10}$ mm), bei dem anderen aus dünnen neusilbernen Platten von 1 cm Breite und $^1/_{10}$ mm Dicke.

Bei Eintritt in die Verhandlung begrüsst der Präsident Herrn Rykatchew, der bereits am Tage vorher dem Aufstieg des Drachenballons beigewohnt hat.

Der Präsident gibt ihm eine kurze Uebersicht über die bisherigen Verhandlungen.

Herr Rykatchew vertheilt sodann einige Abbildungen von Instrumenten, die in Petersburg gelegentlich der unbemannten Fahrten gebraucht wurden, insbesondere beschreibt er eine neue von ihm construirte Ventilations-Vorrichtung, deren Princip darin besteht, den Schutzschirm selbst rotiren zu lassen. Auf Wunsch der Versammlung verspricht Herr Rykatchew eine nähere Beschreibung dieses Apparats.

Im Anschluss an die vorgeführten Instrumente von Herrn Teisserenc de Bort und Herrn Hergesell beschreibt Herr Assmann einen Thermographen seiner Erfindung, der auf der Differenz der Ausdehnung zweier Drähte von verschiedenem Metall beruht.

Bei der nun folgenden Besprechung der Ventilationsfrage der Thermometer, in welcher Herr Teisserenc de Bort darauf aufmerksam macht, dass die Rotation des Schutzschirmes schon seit einer Reihe von Jahren auf Schiffen zur Bestimmung der wahren Lufttemperatur benutzt wurde, sind alle Redner darüber einig, dass eine Ventilation der Instrumente unbedingt nothwendig ist.

Herr de Fonvielle erinnert hierbei an den Vorschlag des Hrn. Besançon, in grosser Höhe eine Ventilation durch Anwendung eines selbstthätigen Ballastwerfers herbeizuführen.

Man schreitet hiernach zur Besprechung der zweiten Nummer des zweiten Haupttheiles des vorläufigen Programms (Organisation der zukünftigen Internationalen Ballonfahrten).

Zu Anfang der Discussion bemerkt der Präsident, dass es zur Zeit nicht statthaft sein dürfte, allgemeine Grundsätze für die Zeiten der Inter-

nationalen Aufstiege und die Wahl der Aufstiegsorte aufzustellen. Er drückt den Wunsch aus, dass die Versuche, die Zahl der Theilnehmer an den Internationalen Aufstiegen zu vermehren, auch in Zukunft mit Erfolg fortgesetzt werden.

Bei dieser Veranlassung hält es die Conferenz für ihre Pflicht, den verschiedenen Regierungen, die ihre Mitwirkung bei den wissenschaftlichen Luftschifffahrten bisher bethätigt oder in Zukunft versprochen haben, ihren wärmsten Dank auszusprechen, insbesondere dankt sie dem K. u. K. Reichs-Kriegsministerium von Oesterreich-Ungarn, welches in Zukunft die Internationalen Ballonfahrten auch in Oesterreich-Ungarn unterstützen wird und ein besonderes Interesse für die Verhandlungen durch Absendung eines Delegirten, des Herrn Oberlieutenants Hinterstoisser, gezeigt habe.

Die Conferenz dankt weiter der belgischen Gesellschaft für Astronomie für die ausgesprochene Absicht, sich in Zukunft an den Internationalen Experimenten zu betheiligen. Sie dankt ferner allen wissenschaftlichen Instituten, die bisher die wissenschaftliche Luftschiffahrt unterstützt haben.

Auf Vorschlag des Herrn Besançon, der durch die Herren Hergesell und Moedebeck unterstützt wird, beschliesst die Conferenz eine Internationale Auffahrt am Anfange des Monates Juni dieses Jahres. Bei dieser Auffahrt sollen von allen Theilnehmern nur Ballons aufgelassen werden, die eine instrumentelle Ausrüstung gemäss den gefassten Conferenzbeschlüssen haben.

Auf Vorschlag des Herrn Besançon beschäftigt sich die Versammlung noch einmal mit der Ausrüstung der unbemannten Ballons und beschliesst, dass jedesmal, um einen Vergleich der neueren vollkommeneren Instrumente, die noch dazu von einer Auffahrt zur anderen sich ändern können, mit den alten bisher gebrauchten zu erhalten, ein älteres Instrument (Baro-Thermograph von Richard frères) mit hinaufgesandt werden soll.

In Bezug auf die Ausrüstung der bemannten Ballons bei der nächsten Internationalen Auffahrt fordert Herr Assmann sämmtliche Theilnehmer, die noch nicht im Besitz eines Aspirationsthermometers sind, auf, sich ohne Zeitverlust an den Verfertiger dieses Instrumentes zu wenden, damit die Instrumente rechtzeitig für den angesetzten Termin geliefert würden. Im Nothfall wäre das Kgl. preussische meteorologische Instisut zu Berlin bereit, die nöthigen Instrumente zu leihen. Herr Fievez frägt an, ob man

nicht besondere Firmen als besonders geeignet empfehlen könne zur Lieferung der vorgeschlagenen Apparate. Die Conferenz ist jedoch darüber einig, dass es nicht empfehlenswerth sei, in dieser Beziehung besondere Namen zu nennen.

Herr Kowanko bemerkt, dass man bei jeder bemannten Fahrt einen Barographen und einen Thermographen benutzen soll. In Bezug auf den Thermographen erwidert Herr Hergesell, unterstützt durch die Herren Berson und Assmann, dass er den Vorschlag nicht unterstützen könne, da nur ein genügend ventilirter Thermograph mitgeführt werden müsste, ein solcher aber zur Zeit noch nicht existire.

Um die nächste Internationale Auffahrt möglichst nutzbringend zu gestalten, fass die Versammlung noch folgende Beschlüsse:

Die Internationale Commission bittet die Directoren der verschiedenen meteorologischen Netze, wenn möglich, an den Aufstiegstagen besondere meteorologische Beobachtungen vornehmen zu lassen, gemäss den Angaben des Präsidenten der Commission; insbesondere empfiehlt es sich, die Beobachtungen der Bergstationen und, wenn solche vorhanden sind, der Drachenballons und Drachen an den Aufstiegstagen auszunutzen.

Die Discussion beschäftigt sich hierauf mit dem letzten Punkt des zweiten Haupttheiles des vorläufigen Programms (Wiederauffinden und Bergen der Registrirballons).

Auf Vorschlag des Herrn Moedebeck empfiehlt die Conferenz den Directoren der meteorologischen Institute, bei jeder Internationalen Auffahrt in den offiziellen Blättern eine genaue Instruction für das Publikum zu voröffentlichen, welche die Vorschriften für die Behandlung des Ballons und der Instrumente enthält.

Es entspinnt sich eine Erörterung, ob es vortheilhaft ist, die unbemannten Ballons mit einer Reissvorrichtung zu versehen. An derselben betheiligen sich die Herren Berson, Teisserenc de Bort, de Fonvielle und Kowanko.

Es kommen hauptsächlich zwei Systeme in Betracht, die von Moedebeck empfohlene Reissnaht und die nach Art eines Ventils sieh öffnende Klappe.

Da die Conferenz keine besondere Methode empfehlen will, fasst man auf Vorschlag des Herrn Rykatchew den Beschluss: Dass man bei den Registrirballons unter allen Umständen eine möglichst wirksame Vorrichtung anwenden soll, die bei der Landung das Gas zum Entweichen bringt.

Man nimmt ferner den im vorläufigen Programm enthaltenen Vorschlag an: Dass die einzelnen Commissionsmitglieder, in deren Gebiet der Ballon niedergeht, sie verpflichten,

den Ballon und die Instrumente zu bergen, wie dies bereits bei den bisherigen Ballon-sonde-Fahrten zwischen Paris, Berlin und St. Petersburg der Fall war.

Einer Anregung des Herrn Moedebeck entsprechend, wird endlich vorgeschlagen: Die Registrirballons mit einer ins Auge fallenden Signalflagge von greller Farbe zu versehen.

Die Sitzung schliesst um 12 Uhr 30.

7. Sitzung am 4. April 1898.

Die Sitzung wird um 9 Uhr 40 Vormittags von dem Präsidenten Herrn Hergesell eröffnet.

Anwesend die Herren: Assmann, Berson, Erk, Fievez, de Fonvielle, Hergesell, Kowanko, Mönnichs, Rotch, Rubel, Rykatchew, Tacchini, Teisserenc de Bort.

Bevor in die Verhandlungen über den dritten Hauptheil des vorläufigen Programms eingetreten wird, schlägt der Präsident vor, einzelne noch im Rückstande befindliche Punkte des zweiten Hauptheiles zu erledigen. Es handelt sich im Wesentlichen um die Messungen über die Zusammensetzung der Luft, über die Sonnenstrahlung und die atmosphärische Elektricität.

Herr Hergesell schlägt vor, Herrn Cailletet, der leider der letzten Sitzung nicht mehr anwohnen konnte, im Namen der Conferenz für die bereits ausgeführten Versuche, die Zusammensetzung der Luft zu bestimmen, zu danken und ihn zu ersuchen, die so glücklich begonnenen Untersuchungen auch in der Folgezeit fortzusetzen. Die Conferenz nimmt diesen Vorschlag einstimmig an und spricht den Wunsch aus, dass auch von anderen Theilnehmern der Internationalen Fahrten derartige Messungen vollführt werden.

Die Versammlung drückt ferner ihre vollen Sympathieen Herrn Violle, dem Mitglied der Akademie der Wissenschaften in Paris und dem hochverdienten Präsidenten der Internationalen Commission für Strahlung, aus, den sein Gesundheitszustand leider verhindert hat, sich zur Conferenz einzufinden; sie bittet Herr Cailletet, seinen Collegen einzuladen, eine Beschreibung seines selbstregistrirenden Actinometers zu liefern, damit dieselbe im Anhang abgedruckt werde. Auch hier wird allgemein der Wunsch ausgesprochen, dass die Strahlungsmessungen mit der Zeit ein Gegenstand des Arbeitsprogrammes der Internationalen Aëronautischen Commission werden mögen.

Die Conferenz beschäftigt sich hierauf mit Instrumenten, die zur Messung der atmosphärischen Elektricität dienen. Sie empfiehlt die Methoden von Börnstein, André und Le Cadet zur Bestimmung der Potentialdifferenzen. Im Anschluss hieran theilt der Präsident mit, dass der Director des Strassburger Physikalischen Instituts, Herr Professor Braun, sich an den elektrischen Messungen bei dem Aufsteigen von bemannten Ballons betheiligen will.

Die Conferenz hört ferner mit grossem Interesse die Mittheilung des Herrn Assmann über die Explosion von Luftballons in Folge einer elektrischen Ladung; Herr Assmann schlägt ein sehr einfaches Mittel vor, welches von Herrn von Siegsfeld ersonnen wurde, um diese Unglücksfälle zu verhüten. Dieses Verfahren besteht darin, im Innern des Ballons eine dünne Schicht einer zehnprocentigen Chlorcalciumlösung aufzutragen, die den Zweck erfüllt, den Ballonstoff durch Anziehung von Feuchtigkeit leitend zu machen. Ein Anstrich genügt für die Dauer eines Jahres.

Herr de Fonvielle bemerkt, dass der Gebrauch eines metallischen Ventils sehr gefährlich ist, dass es deshalb gerathen sein dürfte, die Luftschiffer vor dem Gebrauch desselben zu warnen.

Die Conferenz geht jetzt zur Behandlung des dritten Haupttheils des vorläufigen Programms über und beschäftigt sich zunächst mit dem Drachen.

Herr Rotch gibt einen geschichtlichen Ueberblick über seine auf dem Blue Hill-Observatorium angestellten Experimente, die im Einzelnen in einer gedruckten Abhandlung, welche er an die Mitglieder der Conferenz vertheilt, beschrieben sind.

Herr de Fonvielle theilt mit, dass bei der nächsten Weltausstellung in Paris im Park von Vincennes ein geräumiger Platz für die Ausführung von Versuchen mit Drachen vorhanden sein wird.

Herr Teisserenc de Bort fügt einige Mittheilungen über die seit October 1897 auf dem meteorologischen Observatorium zu Trappes angestellten Drachenversuche hinzu; er zeigt den Mitgliedern der Versammlung einige interessante Registrircurven, aus welchen unter Anderem hervorgeht, dass bei einem Versuch die Temperatur sich um 11 Grad erhöhte, als die Höhe des Drachens auf 1300 m gestiegen war. Diese Resultate wurden bei einem Drachenaufstieg erhalten, der nahezu 18 Stunden dauerte. Herr Rykatchew empfiehlt bei allen Drachenaufstiegen einen selbstregistrirenden Anemographen mit emporzusenden; er zeigt bei dieser Gelegenheit die Photographie eines für diesen Zweck nach seinen Plänen zu St. Petersburg construirten Anemographen, ferner die von diesem Instrument gelieferte Curve, als es an einem Drachen in einer Höhe von 760 m hing.

Nach einer weiteren Discussion, an der sich die Herren Assmann, Rotch, Teisserenc de Bort, de Fonvielle, Fievez, Hergesell und Rykatchew betheiligen, fasst die Versammlung folgenden Beschluss:

Die Conferenz dankt in erster Linie Herrn Rotch für seine interessante Mittheilung über die Methoden und Instrumente für die meteorologischen Drachenversuche. Da sie der Ansicht ist, dass die Drachen, eventuell die Verbindung von Drachen mit einem Drachenballon, Beobachtungsapparate von der grössten Wichtigkeit für eine meteorologische Station sind,

spricht sie den Wunsch aus, dass alle Central-Observatorien die von Herrn Rotch angebahnten Studien, die für die Meteorologie von höchster Bedeutung sind, fortsetzen mögen.

Die Erörterung, an der sich die Herren Hergesell, Berson, Kowanko und Rykatchew betheiligen, beschäftigt sich im Folgenden mit den am Samstag den 2. April ausgeführten Versuchen mit dem Drachenballon.

Alle Redner constatiren, dass derselbe vorzüglich geeignet ist, auch bei schlechtem Wetter die meteorologischen Instrumente in die höheren Luftschichten zu tragen. Es wird von der Versammlung folgender Beschluss gefasst:

Die Conferenz spricht den Wunsch aus, dass alle grösseren meteorologischen Observatorien sich in den Besitz eines meteorologischen Drachenballons setzen, auf dass man auf diese Weise eine gewisse Zahl von meteorologischen Stationen in der freien Atmosphäre erhalte.

Bei einer nun folgenden Discussion über die wünschenswerthe Ausbreitung der wissenschaftlichen Aëronautischen Experimente wird von Herrn Hergesell besonders die Wichtigkeit solcher Versuche jenseits der Alpen hervorgehoben. Herr Moedebeck theilt hierauf mit, dass er von der Aëronautischen Gesellschaft in Mailand ein Schreiben erhalten habe, wonach die italienische Regierung die Ausführung von Experimenten mit bemannten Ballons in Erwägung ziehe. Herr Tacchini setzt die Verhältnisse auseinander und verspricht, seinerseits Alles zu thun, um die Aëronautischen Bestrebungen zu fördern.

Die Versammlung fasst hierauf folgenden Beschluss:

Die Internationale Commission drückt den Wunsch aus, dass wegen der günstigen Lage des Monte Cimone und des Aetna man bei den hier schon bestehenden Bergobservatorien einen regelmässigen Beobachtungsdienst mit Drachen einrichten möge, der besonders an den Tagen der Internationalen Auffahrten in Thätigkeit sein soll. Die Commission erklärt des Weiteren, dass es sehr wünschenswerth sein würde, wenn ein Drachenballon im Aëronautischen Park zu Rom in Thätigkeit käme, um auf diese Weise fortlaufende meteorologische Beobachtungen zu erhalten.

Der Präsident theilt noch mit, dass er vor einigen Tagen ein Schreiben erhalten habe, nach dem die deutsche Seewarte ebenfalls die Ausführung von Drachenversuchen zusagt.

Der Präsident dankt hierauf den Vertretern der verschiedenen Länder, die an den Arbeiten der Internationalen Aëronautischen Commission theil-

genommen haben, insbesondere macht er auf die werthvolle Thätigkeit der französischen Luftschiffer-Commission aufmerksam und spricht die Hoffnung aus, dass dieselbe auch in Zukunft im selben Sinne wirksam sein möge.

Die Herren Hergesell, Assmann und de Fonvielle schlagen vor, die Commission durch folgende Herren als Mitglieder zu verstärken: Tacchini, Prinz Roland Bonaparte, Teisserenc de Bort, Hildebrandsson, Pernter, Hinterstoisser, Moedebeck und v. Siegsfeld. Diese Vorschläge werden einstimmig gebilligt.

Hierauf erbittet Herr de Fonvielle das Wort, um die Aufmerksamkeit der Conferenz auf die Anstrengungen zu richten, die zur Zeit von verschiedenen Regierungen und Forschern angestellt werden und den Zweck haben, die Spuren Andrées, der der Vertreter Schwedens in der Commission ist, aufzufinden.

In Folge dieser Mittheilung spricht die Commission für alle diese hochherzigen Unternehmungen ihren wärmsten Dank aus.

Herr Tacchini ergreift das Wort, um der Versammlung vorzuschlagen, dass die nächste Conferenz der Internationen Aëronautischen Commission im Jahre 1900 zu Paris, gelegentlich der Weltausstellung, stattfinde, Herr Rykatchew unterstützt diesen Vorschlag aufs Wärmste, dergleichen der Präsident und Herr Fievez.

Der Vorschlag wird einstimmig angenommen.

Herr de Fonvielle dankt der Versammlung für diesen Beschluss.

Herr Tacchini fügt noch hinzu, dass die nächste Conferenz natürlich zur selben Zeit stattfinden werde, wie die anderen meteorologischen Conferenzen gelegentlich der Weltausstellung.

Herr Tacchini erbittet noch einmal das Wort, um Einigkeit über den Austausch der Beobachtungen bei den Internationalen Fahrten zu erzielen.

Auf seinen Vorschlag wird folgender Beschluss gefasst:

Die Conferenz spricht den Wunsch aus, dass die bei den Internationalen Fahrten erhaltenen Kurven und Diagramme, ebenso wie die Augenbeobachtungen im Korbe der bemannten Ballons sobald wie möglich veröffentlicht beziehungsweise zwischen den einzelnen Theilnehmern ausgetauscht werden.

Hierauf schliesst der Präsident die Conferenz, indem er allen Mitgliedern der Commission, die an den Verhandlungen theilgenommen haben, insbesondere auch den Schriftführern für ihr mühevolles Amt den wärmsten Dank ausspricht.

Er ladet die Versammlung ein, sich um 5 Uhr auf den Ballonplatz vor dem Steinthor zu begeben, um dem Aufstieg des Registrirballons „Langenburg“ beizuwohnen. Der Aufstieg fand in Gegenwart seiner Durchlaucht des Fürsten Hohenlohe statt. Der Ballon führte ausser dem Baro-Thermographen von Richard die neuen Thermographen von Teisserenc de Bort und

---

von Hergesell mit. Derselbe erhob sich schnell in die Lüfte und verschwand nach 5 Minuten in ostnordöstlicher Richtung in den Wolken.

Die Conferenz trennt sich mit der Hoffnung, sich im Jahre 1900 in Paris wieder zu treffen.

Der Präsident: Hergesell.

Die Sekretäre: de Fonvielle, Fievez, Berson, Rubel.

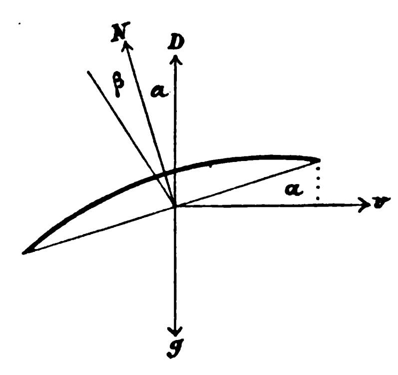
Ueber dynamische Luftschiffahrt mit Vorführung freifliegender Apparate.

Vortrag des K. Ingenieur **Wilhelm Kress**, gehalten in der Sitzung des „Wiener flugtechnischen Vereines“ am 18. Februar 1898.

Nach kurzer Einleitung beginnt der Vortragende mit dem Hinweise auf den grellen Widerspruch, der zwischen den alten, irrthümlichen aërodynamischen Formeln von Weissbach und den durch praktische Experimente geschaffenen Thatsachen liegt:

„Die alten aërodynamischen Formeln von Weissbach, nach denen der Flug der Vögel als ein ungelöstes Räthsel und die flugtechnischen Bestrebungen als Utopien erschienen, haben es verschuldet, wenn bis vor wenigen Jahren gerade die berufensten technischen Kreise der Lösung des dynamischen Flugproblems scheu aus dem Wege gingen und diese interessanteste aller technischen Fragen in den wissenschaftlich gebildeten Kreisen dem grössten Misstrauen begegnete.

„Die erste Bresche in diese alten, irrthümlichen aërodynamischen Formeln, welche sich leider jahrzehntelang in den wichtigsten technischen Hilfsbüchern erhalten konnten, hat bei uns in Wien seinerzeit der Oberingenieur Herr Friedrich Ritter von Loessl gebracht, indem er vor circa 18 Jahren Luftwiderstands-Messungen mit ebenen Flächen anstellte und mittelst eines von ihm genial construirten Messapparates genau nachweisen konnte, dass die Formeln von Weissbach nicht im entferntesten mit den experimentellen Thatsachen übereinstimmen. Später unternahm Otto Lilienthal in Berlin Luftwiderstandsmessungen mit gewölbten Flächen und erzielte noch günstigere Resultate.



„Der Normaldruck N einer ebenen Fläche, welche unter dem $\sphericalangle \alpha$ gegen ruhige Luft geführt wird, beträgt

nach Weissbach . . $N = \zeta \gamma F \frac{v^2}{2g} sin^2 \alpha$

nach Loessl . . . $N = F v^2 \frac{\gamma}{g} sin\ \alpha$

und einer gewölbten Fläche

nach Lilienthal . . $N = F v^2 \frac{\gamma}{g} a$;

wobei $\zeta = 1.86$ einen Erfahrungs-Coëfficienten, γ das Gewicht der Luft, g die Beschleunigung der Schwere, F den Flächeninhalt, v die Geschwindigkeit bezeichnet. — a ist ein Factor, der nach Lilienthal von der Form und dem Neigungswinkel der Fläche abhängt. Z. B. ist der Werth $a = 0.55$, wenn der $\sphericalangle \alpha = 3^0$ und die Tiefe der Wölbung zur Länge der Sehne $^1/_{12}$ beträgt[1]).

„Untersucht man nach diesen drei Formeln den Auftrieb D für eine bestimmte ebene, respective gewölbte Fläche bei kleinen Winkeln, die in der Flugtechnik für den Auftrieb allein massgebend sind, so gelangt man zu den merkwürdigsten divergirenden Resultaten. Setzt man z. B. $F = 1\,m^2$, $v = 10$ m per Secunde und den $\sphericalangle \alpha = 3^0$, so erhält man als Auftrieb

nach Weissbach $D = N\ cos\ \alpha = 0.033$ gr für ebene Flächen,
„ Loessl $D = N\ cos\ \alpha = 0.660$ gr „ „ „
„ Lilienthal $D = N\ cos\ (\alpha + \beta) = 7.000$ gr für gewölbte Flächen.

„Somit erhält man nach Lilienthal reichlich zweihundertmal mehr Auftrieb als nach der alten Weissbach'schen Formel. Man konnte in den letzten Jahren in den technischen Hülfsbüchern alle drei erwähnten Formeln nebeneinander finden; es steht also jedem Techniker frei, je nach dem Standpunkte, den er in dieser Frage einnimmt, und je nach der Wahl, welche von diesen drei Formeln er als Basis seiner Rechnungen annimmt, die Möglichkeit, oder umgekehrt die Unmöglichkeit des dynamischen Fluges nachzuweisen. In der That haben wir es in unserem Vereine erlebt, dass von zwei Mitgliedern das Eine die Muskelkraft des Menschen als genügend bezeichnete, während das Andere 160 HP für nöthig fand, um einen Menschen durch die Luft tragen zu können. Beide hatten ihre Rechnungen auf „wissenschaftlicher Basis" gemacht.

„Ausser den bereits erwähnten haben wir noch Formeln von Duchemin, Raleigh, de Louvrié u. s. w., aber alle divergiren mehr oder weniger, und keine einzige ist bis jetzt als richtig anerkannt worden. Ich bin überzeugt, man wird über die Formeln auch dann noch streiten, wenn die dynamische Flugmaschine schon längst fliegen wird. Es liegt in der Natur der Sache,

---

[1]) Siehe „Der Vogelflug als Grundlage der Fliegekunst" von O. Lilienthal, Berlin 1889.

dass hier, wo noch verborgene Factoren mitspielen, nur Experimente und praktische Erfahrungen diese Frage weiter und zur Reife bringen. Ich will nur einige wichtige Factoren hier anführen, welche noch vor kurzer Zeit nicht gekannt, oder doch nicht genügend gewürdigt wurden, die aber einen entscheidenden Einfluss auf das definitive Gelingen des dynamischen Fluges haben.

„Da ist zuerst die Fallverminderung bei Gleitgeschwindigkeit. Es ist nicht dasselbe, ob eine Fläche vertical als Fallschirm fällt, oder ob dieselbe Fläche gleichzeitig eine horizontale Eigengeschwindigkeit besitzt. Mit zunehmender horizontaler Eigengeschwindigkeit nimmt auch die Fallverminderung zu.

„Der nächste Factor ist die Form und die Spannweite des Flügels. Es ist nicht einerlei, ob der Flügel eben oder gewölbt, und es ist nicht dasselbe, ob der Flügel kurz und breit oder lang und schmal ist. Der gewölbte, lange, dabei schmale Flügel hat einen grösseren Auftrieb als unter denselben Verhältnissen ebene kurze, dabei breite Flügel. Auch hier war es Ritter von Loessl, der das Vorhandensein dieser Factoren durch unermüdliche Experimente sicherstellte und sich dadurch grosse Verdienste um die Flugtechnik erwarb[1]).

„Noch ein wichtiger Factor ist das Trägheitsmoment der Luft. Es ist nicht einerlei, ob eine Fläche mit constanter oder mit beschleunigter Geschwindigkeit die Luft trifft. Bei beschleunigter Geschwindigkeit, wie z. B. beim Flügelschlage des Vogels, begegnet die Flügelfläche einem weit grösseren Luftwiderstande, als wenn dieselbe Fläche mit der maximalen, aber andauernd constanten Geschwindigkeit die Luft vor sich schiebt. Dieser Factor kommt besonders dem Ruderflieger zu statten.

„Alle diese wichtigen Factoren, die den Erfolg des dynamischen Fluges erst sichern, konnten nur durch practische Experimente gefunden werden.

„Dieses grosse Modell hier, eines Drachenfliegers von $1^1/_2$ m Flügelweite, dessen Drachenflächen von circa 0.4 m^2 Flächeninhalt bei horizontaler Bewegung des Apparates unter einen $\sphericalangle = 3^0$ von der Luft getroffen werden, müsste nach Weissbach fast gewichtslos sein, d. h. weniger als 3 gr wiegen, wenn dasselbe bei einer horizontalen Eigengeschwindigkeit von circa 4 m per Secunde sich in der Luft schwebend erhalten, also nicht zur Erde stürzen sollte. Nun wiegt aber dieses Modell über 600 gr, und Sie werden später sehen, dass dasselbe nicht nur horizontal, sondern in einer aufsteigenden Bahn bei der erwähnten Eigengeschwindigkeit von circa 4 m per Secunde frei fliegen wird. Dieses Resultat stimmt am nächsten mit der Lilienthal'schen Formel für gewölbte Flächen.

---

[1]) Siehe „Die Luftwiderstandsgesetze" von Fr. Ritt. v. Loessl, Wien 1896.

„Nachdem nun der Luftwiderstand, resp. der Auftrieb, quadratisch zur Geschwindigkeit wächst, so wird ein nach diesem System construirter grosser Drachenflieger bei einer Eigengeschwindigkeit von 8 m per Sec. schon 6 kg und bei 12 m per Secunde schon $13^{1}/_{2}$ kg pro m^2 durch die Luft tragen. Damit ist aber auch der sicherste Beweis erbracht, dass mit den heutigen technischen Mitteln es bereits möglich ist, einen Drachenflieger herzustellen, welcher Menschen durch die Luft tragen würde."

Nun geht der Vortragende zur Besprechung der drei wichtigsten Flugsysteme über, nämlich der Schraubenflieger, Ruderflieger und Drachenflieger. Obwohl Herr Kress Anhänger des Drachenfliegers ist, so hat er doch alle drei erwähnten Systeme theoretisch und experimentell gründlich studirt und die Ueberzeugung gewonnen, dass ausser dem Drachenflieger auch die Schraubenflieger und Ruderflieger die Wahrscheinlichkeit eines Erfolges versprechen und führt auch alle drei Systeme in freifliegenden Modellen vor.

Die Luftschrauben, welche älter als die Wasserschrauben sind, da schon Leonardo da Vinci um das Jahr 1500 ein Project eines Schraubenfliegers hinterliess, spielen in der Flugtechnik eine sehr wichtige Rolle. Herr Kress hatte es sich darum zur Aufgabe gemacht, eine Luftschraube zu finden, welche bei möglichst geringem Eigengewichte die möglichst grösste Leistung bietet, und glaubt schliesslich diese Eigenschaften in seiner elastischen Segel-Luftschraube gefunden zu haben. Er erklärt es überhaupt als ein wesentliches Erforderniss, dass alle treibenden und tragenden Theile einer Flugmaschine nicht starr, sondern elastisch und segelartig construirt werden. Er demonstrirt hierauf mehrere Propulsions- und Auftriebsschrauben bis über 1 m Durchmesser, welch letztere sich frei bis zum Plafond erheben. Dennoch hält er die reinen Schraubenflieger-Systeme für kraftverschwendend und für schnelle horizontale Bewegung nicht geeignet, legt jedoch insofern auch auf die vertical arbeitenden Luftschrauben einen Werth, weil sie als sogenannte Captivschrauben für militärische Zwecke bessere Dienste als die heutigen Captiv-Ballons zu leisten vermöchten. Ein nach vorliegender Zeichnung aus Stahl gebautes grosses Modell einer solchen Captivschraube mit zwei Paaren in entgegengesetzter Richtung arbeitender Segel-Luftschrauben von je 4 m Durchmesser, welche durch einen kleinen Dynamo getrieben wurden, lieferte laut den vom k. k. technischen Militär-Comité durch längere Zeit durchgeführten eingehenden Prüfungen bei einer Leistung des Motors von 0.6 Pferdestärke einen absoluten Auftrieb von 16 kg d. i. pro 1 Pferdestärke $26^{1}/_{2}$ kg. Ein bisher unerreichtes Resultat.

Mit den Ruderflug-Apparaten, bei denen ähnlich wie beim Vogel durch Flügelschläge Vortrieb und tragende Wirkung erzeugt werden, lassen sich sehr günstige Resultate erzielen, wenn elastische Federn resp. Bänder zur Anwendung gelangen, welche während des Aufschlages der Flügel sich spannen und dadurch eine Kraft accumuliren, die sonst nicht nur verloren gehen, sondern schädlich wirken würde, die sich aber bei dem Kress'schen

Apparate mit der motorischen Kraft beim Niederschlage der Flügel vereinigt und entsprechend kräftigen Flügelschlag bewirkt[1]). Das vorgeführte Modell eines solchen mechanischen Vogels, welches die erwähnten Eigenschaften veranschaulichte, führt nur erst dann Flügelschläge aus, wenn es bereits aus der Hand gelassen, sich frei mit den Flügeln auf die Luft stützt. Herr Kress ist überzeugt, dass mit den Mitteln, welche die Technik heute bietet, auch mittels eines Ruderflieger-Systems ein bis zwei Menschen durch die Luft getragen werden können und es auch nicht ausgeschlossen sei, dass durch persönliche Muskelkraft ein kurzer Freiflug nach diesem System sich ausführen lässt. Doch findet der Vortragende, dass ein solcher Apparat keine genügende Sicherheit bietet. Der Mechanismus ist complicirt, darum leicht zerbrechlich oder zu schwer. Der Abflug muss von einer Anhöhe aus stattfinden und auch das Landen ist schwierig.

Alle diese Mängel entfallen beim Drachenflieger. Der Drachenflieger bietet die einfachste Construction. Gelenke und complicirte Mechanismen sind hier nicht vorhanden; er schwimmt mit seinen grossen unbeweglichen Drachenflächen ruhig und schnell auf der elastischen Luft. Die tragenden Drachenflächen sind keiner wechselnden Inanspruchnahme, somit keinen Stössen ausgesetzt und können daher grosse Leichtigkeit mit grossem Flächeninhalte verbinden. Der Aufflug kann direct vom Boden, von jeder Wiese oder vom Wasser, bei ruhiger Luft mit Anlauf, bei genügendem Winde auch ohne Anlauf sicher stattfinden. Das Landen ist absolut sicher; ein Wind ist diesen beiden Manövern nur förderlich, da sowohl der Aufflug als auch das Landen stets gegen den Wind erfolgen muss.

Dass der Drachenflieger viel weniger Kraft als z. B. der Schraubenflieger erfordert, dieses beweist Herr Kress durch ein überraschendes Experiment, indem er zeigt, dass dasselbe Modell, dessen Kautschukmotor er mit der in beiden Fällen gleichen Anzahl Umdrehungen spannt, bei vertical gestellten Achsen der Luftschrauben sofort zu Boden sinkt, während es als Drachenflieger dirigirt, horizontal und sogar in ansteigender Richtung einen weiten Weg durchfliegt, und so die Ueberlegenheit des Drachenfliegers über den reinen Schraubenflieger in eclatanter Weise zur Anschauung bringt.

Ebenso interessant ist das nachfolgende Experiment mit einem grösseren Modell eines Drachenfliegers, wodurch Herr Kress zeigt, mit welcher Sicherheit sein Drachenflieger landen und auch als Automobil-Schlittenboot laufend Hindernisse, leicht überwinden kann.

Zu diesem Zwecke lässt er sein Modell mit halber, resp. schwacher Eigengeschwindigkeit als Schlitten vom Tische laufen. Sobald nun dasselbe über den Rand des Tisches hinauskommt, stürzt es nicht abwärts, sondern gleitet schräg durch die Luft, von den Drachenflächen getragen, kommt in

[1]) Siehe „Der persönliche Kunstflug". Zeitschr. für Luftsch. Nr. 5, Mai 1893.

normaler Lage zu Boden und setzt da seinen Weg als Schlitten weiter fort. Gleich darauf lässt der Vortragende dasselbe Modell mit grösserer Geschwindigkeit vom Tische laufen und nun fliegt der Apparat direct vom Tische in aufsteigender Richtung durch die Luft.

Der projectirte Kress'sche Drachenflieger besteht, wie die beiliegende Zeichnung (s. Tafel) zeigt, aus einem ca. 12 m langen Schlittenboote (Fig. 3 *A*), welches einen langen Schnabel *m n* und zwei Kiele *a b* (Fig. 2) besitzt. Diese zwei Kiele bilden gleichzeitig die Kufen des Schlittens, sobald das Fahrzeug sich auf dem Lande bewegt.

Dieses Schlittenboot kann selbst in dem weichsten (auch nassen) Schnee nicht tief einsinken, und der lange, hohe Schnabel *m n* ermöglicht es, dass dasselbe über unregelmässige Eisschollen, Eisritzen, Hügel, Gruben, Wasserflächen und sonstige Hindernisse leicht und gefahrlos hinüberkommt, wobei es mittels eines kleinen Steuers *l* (Fig. 3), welches aus einem Büschel elastischer Stahldrähte hergestellt ist, sowohl auf dem Wasser als auch auf dem Lande, resp. auf dem Eise und Schnee gelenkt werden kann.

Die zwei elastischen Segel-Luftschrauben *E* (Fig. 1 und 3), werden durch einen Benzinmotor von ca. 16 bis 20 HP[1]) angetrieben und drehen sich in entgegengesetzter Richtung. Diese Segel-Luftschrauben wirken genau so wie Wasserschrauben und bewegen das Fahrzeug mit grosser Geschwindigkeit vorwärts.

Ueber dem Schlittenboote befinden sich mehrere gewölbte Segel- resp Drachenflächen B_1 bis B_4 (Fig. 1, 2 und 3), von zusammen ca. 80 m^2 Flächeninhalt, welche von einander getrennt und stufenweise so angeordnet sind, dass bei schneller horizontaler Bewegung des Fahrzeuges jede der Drachenflächen für sich von einer noch ungestörten Luftsäule getroffen wird.

Ausserdem besitzt das Schlittenboot noch ein grosses horizontales und ein verticales Luftsteuer *C* und *D* (Fig. 1 und 3), welche nur bei freiem Fluge in Function treten.

Das Gesammtgewicht dieses Drachenfliegers wird inclusive jenes von zwei Menschen ca. 600 kg betragen.

Die ersten Flugversuche sollen auf dem Wasser gemacht werden. Wie nun die nöthige Anfangsgeschwindigkeit für den Aufflug erzielt werden soll, erklärt der Vortragende wie folgt:

„Sobald das Schlittenboot in Bewegung kommt, werden die Drachenflächen B_1 bis B_4 von einem aus der Eigengeschwindigkeit resultirenden Stirnwind getroffen. Dadurch entsteht ein Auftrieb, genau so wie bei dem gewöhnlichen Papierdrachen, wenn man z. B. bei ruhiger Luft letzteren zum Steigen bringen will und damit läuft.

„Der so geschaffene Auftrieb der Drachenflächen B_1 bis B_4 und der Unterfläche des Bootschnabels *m n*, entlastet nun theilweise das Fahrzeug

[1]) Der Benzinmotor wird bei 16 bis 20 HP nur 200 kg wiegen.

von dem Gesammtgewichte. In Folge dieser Entlastung wird das Schlittenboot theilweise gehoben, d. h. der eingetauchte Querschnitt wird kleiner, somit auch der Stirnwiderstand geringer. In Folge dieses Umstandes, dass der Widerstand des Schlittenbootes abnimmt, muss die Eigengeschwindigkeit des Fahrzeuges und gleichzeitig auch der Auftrieb der Drachenflächen zunehmen.

„Mit Zunahme des Auftriebes nimmt aber der Stirnwiderstand des im Wasser eingetauchten Querschnittes ab, und als nächste Folge die Eigengeschwindigkeit und der Auftrieb wieder zu, und so fort, bis der Auftrieb, resp. die Tragkraft der Drachenflächen grösser wird als das Gesammtgewicht des Fahrzeuges. Sobald dieser Fall eintritt, verlässt das Schlittenboot das Wasser und setzt nun als freifliegender Drachenflieger den Weg durch die Luft fort, wobei es mittels des horizontalen und verticalen Luftsteuers in beliebige Höhe und Richtung gelenkt werden kann."

Dass dieser Fall aber für den soeben beschriebenen Drachenflieger bereits bei einer Eigengeschwindigkeit von 9 bis 10 m pro Secunde eintreten muss, dass beweist nicht nur die Lilienthal'sche Formel, sondern viel überzeugender das nun folgende Experiment, indem der Vortragende sein grosses Modell eines Drachenfliegers von $1^1/_2$ m Flügelweite direct vom Tische frei über die Köpfe des Publikums durch den Saal fliegen lässt.

Dasselbe flog mit ca. 4 m pro Secunde Geschwindigkeit in schwach ansteigender Richtung mit grosser Ruhe und vollkommener Stabilität und landete, trotz heftigen Anstossens an der rückwärtigen Wand des Saales, gesichert durch einen Puffer und die elastischen Tragflächen ganz unbeschädigt.

Grosser Beifall lohnte dieses Experiment.

Der Vortragende bespricht dann noch die Stabilität[1]) und betont besonders, dass, so lange der Drachenflieger frei in der Luft sich befindet, der stärkste Wind ihm nicht schaden könne, weil der in das Luftmedium eingetauchte Flugkörper nur jenen Wind hat, der aus seiner Eigengeschwindigkeit resultirt und der stets denselben von vorne trifft. Der natürliche Wind beeinflusst nur die Ortsbewegung eines jeden Flugkörpers in Bezug zur Erde, hat aber auf die Stabilität desselben fast gar keinen Einfluss. Vielfache Experimente in frei bewegter Luft haben dem Vortragenden gezeigt, dass selbst bei unregelmässigen Windwellen (Windstössen) in der Nähe der Erde, der richtig construirte Drachenflieger nur gefahrlose sanfte Wellenbewegungen macht.

Darum drohen dem Kress'schen Drachenflieger, so lange derselbe sich frei in der Luft bewegt, geringere Gefahren als heute dem Segelschiffe auf dem Wasser, welches mit zwei Elementen zu kämpfen hat.

---

[1]) Siehe: „Ueber die Stabilität des Drachenfliegers in ruhiger und bewegter Luft." (Zeitschrift f. Luftschiff. Februar—März 1896.)

Der Vortragende schliesst mit folgenden Worten:

„Die Apparate, die ich Ihnen heute vorführte, sind sehr einfach, und die bisher erzielten Resultate mögen Ihnen sehr bescheiden scheinen, dennoch war der Weg lang und mühevoll, und Wenige ahnen, welche Summe von Arbeit nöthig war, um diese bescheidenen Resultate zu erzielen.

„Es gehört nicht nur Muth und Ausdauer, sondern eine gewisse Leidenschaft dazu, um bei diesen Arbeiten auszuharren; denn Spott und Hohn ist oft der einzige Lohn. Diese, wie jede Leidenschaft, fordert auch Opfer; man wagt seine Existenz, seine Gesundheit und oft sein Leben. Aber so, wie jede Leidenschaft auch eine gewisse Befriedigung, einen Genuss bietet, so bietet die Leidenschaft für ein wissenschaftliches oder technisches Werk den reinsten Genuss.

„Nicht nur Kunst und Poesie, auch eine neue Entdeckung, eine neue Erfindung, kann einen ästhetischen Genuss bereiten, Freilich wird eine neue Erfindung, ein neues technisches Werk, nicht gleich von Jedermann verstanden, und dessen Werth für die Zukunft nicht gleich gewürdigt. Die Technik ist keine Gefühlssache, sie dringt nicht so leicht in's menschliche Gemüth, wie etwa ein gutes Musikstück. Die Technik fordert einen klaren, scharfblickenden Geist, welcher in die Tiefen der Natur eindringt, dort die geheimnissvollen Kräfte erlauscht und sie den Menschen dienstbar macht.

„Alle die grossen technischen Erfindungen und Wunder, die uns das Leben so angenehm und bequem machen, die uns heute fast unentbehrlich geworden sind, sie alle haben denselben Kampf, wie heute die dynamische Flugmaschine, durchmachen müssen. Wurden doch seinerzeit die Eisenbahn, der Telegraph, das Telephon, u. s. w., vielfach als Spielereien bezeichnet. Man darf sich also nicht wundern, wenn heute solche Apparate, wie ich Ihnen hier vorführte, und die flugtechnischen Bestrebungen überhaupt, von mancher Seite ebenfalls noch als Spielerei bezeichnet werden.

„Aber von dem Momente an, in welchem wissenschaftlich hochstehende Männer sich nicht mehr scheuen, mit ihren Namen für die Förderung eines flugtechnischen Werkes einzutreten, von diesem Momente an hört die Flugtechnik auf, das Aschenbrödel der technischen Wissenschaften zu sein, wie sie es bis jetzt war.

„Ein neues Werk pocht an unser Thor; ein Werk, welches den Menschen neue, bisher ungekannte Genüsse und eine neue Stufe zu höherer Cultur bieten wird."

Der Eindruck dieses überzeugenden Experimental-Vortrages ist ein sehr nachhaltiger und nicht auf den schliesslichen Applaus beschränkt; jeder Freund der Wissenschaft und des Fortschrittes sieht die Erwartungen des Vortragenden gerechtfertigt, und wünscht kräftige Förderung und baldigste Realisirung dieser interessanten technischen Aufgabe.

Kleinere Mittheilungen.

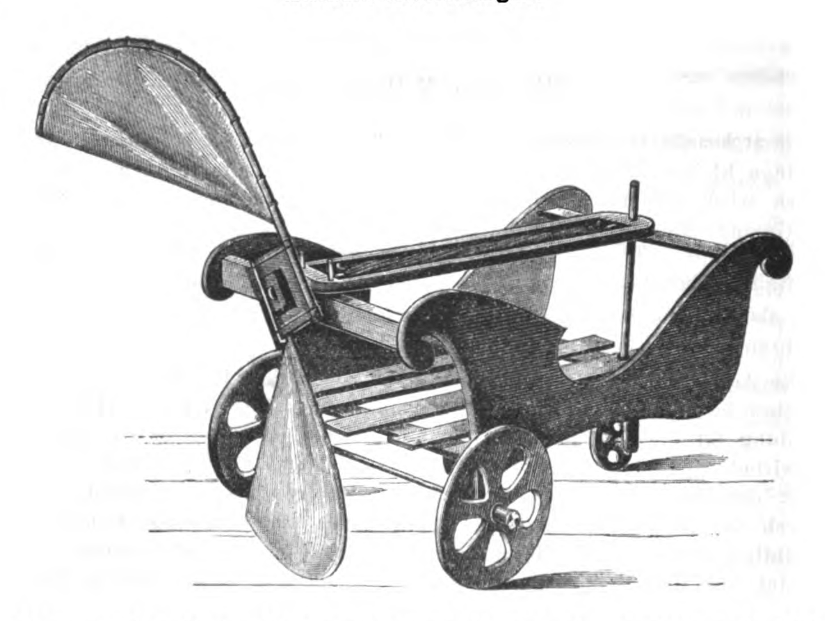
Die archimedische Schraube in einfacher Darstellung. Die beifolgende Abbildung stellt einen kleinen Wagen vor, der durch eine rotirende Luftschraube vorwärts getrieben wird. Die Kraft zum Antriebe der Schraube liefert eine zusammengedrehte Gummischnur. Der Wagen lässt sich durch die ganze Länge eines ansehnlichen Wohnraumes treiben, ebenso aber auch im Kreise herum auf dem engen Raume eines Schultisches und ermöglicht, die Wirkungsweise des Antriebmittels, welches als Archimedische Schraube bezeichnet wird, in möglichst einfacher Weise vorzuführen.

Die Archimedische Schraube bildet hauptsächlich in ihrer Anwendung als Schiffsschraube einen Gegenstand des physikalischen Unterrichtes. Allein in dieser Verwendung ist dieselbe nicht so leicht, in ihren Functionen zu verfolgen, da der Wasserwirbel, den sie schäumend hinter sich lässt, sie fasst unsichtbar macht; auch ist die Beobachtung der Wasserschraube im Modelle zumeist beeinträchtigt durch die Wände des Gefässes, in welches sie eingebaut sein muss. Undurchsichtige Wirbel und Gefässwände fallen bei einer Luftschraube weg, und so scheint mir den Bedürfnissen des Unterrichts mit einer solchen besser gedient werden zu können als mit einer Wasserschraube. Mein „Schraubenwagen" dürfte im Hinblick auf seine Leistungsfähigkeit einerseits und seinen geringen Preis (fl. 2.50) anderseits zu einem Lehrmittel für den physikalischen Unterricht sich wohl eignen.

In nachstehender Figur stellen die beiden flügelförmigen Theile über dem Räderpaare die „Flügel" einer Luftschraube dar, die aus glattem Atlasstoff hergestellt sind und in der Luft als widerstehendem Mittel — als Schraubenmutter — in Drehung gesetzt werden. Wenn die Flügel zweckmässig gebaut sind, so vermag eine Luftschraube trots des sehr dünnflüssigen Mittes, das ihr als Stütze dient, eine ganz erhebliche Zugkraft auszuüben.

An dem hier beschriebenen Apparatchen sind die Flügel sehr leicht zu verstellen; man kann ihnen so zur Umdrehungsachse verschiedene Neigung geben und zeigen, dass damit auch die Antriebskraft sehr verschieden wird.

Ein schmaler Holzrahmen (an der höchsten Stelle des Wagens auf drei Stiften aufgesteckt) trägt sowohl die Flügel, als auch ein Bündel Gummischnüre, das einerseits an der drehbaren Flügelachse, die im Holzrahmen steckt, angreift, anderseits am zweiten Ende desselben festsitzt. Nimmt man den leicht abnehmbaren Rahmen in die linke Hand und dreht die Flügel der Schraube mit dem Finger 'der Rechten mehreremale um ihre Achse (etwa 80 mal), und zwar in der Richtung des Uhrzeigers, so wird das Gummibündel immer mehr in dem Sinne verdreht, und es strebt darum immer mächtiger der drehenden Hand entgegen die Flügel zurückzudrehen. Man speichert auf diese Art eine ganz genügende Arbeitsmenge in der Gummischnur auf, welche, entfesselt, die Luftschraube in grosse Umdrehungsgeschwindigkeit versetzt. Um nun diesen Arbeitsvorrath dem Zwecke des Antriebes dienstbar zu machen, fasst man Flügel und Rahmen mit zwei Fingern der rechten Hand derart, dass man das Zurückgehen der Flügel (oder des Rahmens) verhindert und setzt den Rahmen auf die zugehörigen Stifte. Nun kann man die Schraubenflügel noch immer mit einem Finger fesseln und sie dann nach Belieben frei lassen. Die rasch sich drehenden Flügel werden so viel Luft nach hinten schleudern, dass sie den Wagen, an dem sie angreifen, nach vorwärts treiben.



Das einzelne kleine Rad des Wagens (es ist als vorderes gedacht) ist an einer Gabel befestigt, deren Stiel als Stift zur Befestigung des Rahmens nach oben ragt. Dieser Stiel ist in den beiden Brettchen, durch die er hindurchgeht, mit so viel Reibung drehbar, dass er in jeder beliebigen Stellung verbleibt. Dadurch gibt das vordere Rad, entsprechend gestellt, die Richtung der Fahrt, die der Wagen zu nehmen hat, an, und man ist daher imstande, den Wagen sowohl geradeaus, als auch in einem Kreise von beliebigem Halbmesser laufen zu lassen.

Die kräftige Wirkung, welche wir an dem kleinen Wagen beobachten, verdankt derselbe zum Theil der besonderen Einrichtung der Flügel. Dieselben bilden eine elastische, am Vorderrande starre, am Hinterrande dagegen nachgiebige Schraubenfläche, wie sie Vogelflügel und einzelne Federn, sowie künstliche Flügel, welche zum Zwecke der Erklärung des Vogelfluges hergestellt worden sind[1]), darstellen.

Wie starre und ebene Flächen dem Vogel nie und nimmer gestatten würden, das zu leisten, was wir an ihm bewundern, ebenso müssen derartige künstliche Flügel (etwa Blechflügel) an Vorrichtungen, wie dem Schraubenwagen, in ihren Leistungen hinter dem eben beschriebenen Modell zurückbleiben.

Selbstverständlich lassen sich mit unserer Luftschraube auch Versuche anstellen, die einen Schluss auf die Bewegungsrichtung der Luft hinter der Schraube zulassen, und welche zur Vollständigkeit des Lehrganges nothwendig gehören.

Bringt man z. B. die Flügel in rasche Umdrehung, während man den Rahmen in der Hand hält, und lässt sie einige Centimeter vor einer Kerzenflamme ihr Spiel treiben, so wird man leicht imstande sein, die Flamme zum Erlöschen zu bringen.

Wien, 1898. Karl Milla.

---

[1]) Man vergleiche z. B. „Die Flugbewegung der Vögel" von Karl Milla, Wien Deuticke 1895.

Zu dem Artikel des Hrn. Karos in Heft 8 dieses Jahrganges: **„Ein Universal-Drachenflieger mit retirenden Tragflächen“**, geht uns ein Schreiben des Herrn Grafen Giul. Carelli in Turin zu, worin derselbe für sich die **Priorität** wahrt für den Vorschlag einer Verwendung von rotirenden Tragflächen (disques tournants) sowohl für Ballons als auch für Aëroplane. Herr Graf Carelli beruft sich hierbei auf die von ihm und von Herrn Ingenieur Jobert über sein System veröffentlichten Artikel in der „France Aérienne“ vom 15./30. September und 1./15. Oktober 1896, 15./31. März, 1./15. April, 1./15. Juli, 1./15. August und 1./15. September 1897 sowie 1./15. Februar 1898 (Artikel: „Ballon dirigeable“, „De l'équilibre dans les ballons dirigeables“, „Ballon dirigeable System Carelli“ von Herrn Ingenieur Jobert, „Du moteur dans les ballons dirigeables“) — endlich im italienischen „Aëronauta“ (Mailand) Februar/März Heft 1898 („Paracadute dirigibile“, Parachute dirigeable, équilibré par le disque tournant, E. Vialardi).

Die Redaction.

Vereinsnachrichten.

Wilhelm Bosse †.

Der **Wiener Flugtechnische Verein** hat vor Kurzem ein treues, verdienstvolles Mitglied verloren: Herr Wilhelm Bosse, Schatzmeister und Bücherwart dieses Vereines, schied am 13. April aus den Reihen der Lebenden.

Als im Jahre 1881 aus dem „Oesterreichischen Ingenieur- und Architekten-Verein“ eine Fachgruppe für Flugtechnik als Zweig hervorspross, da war der nun Dahingegangene einer der Ersten, der den Sitzungen dieser Fachgruppe als treuer Gast beiwohnte — anders konnte er seine Begeisterung für die Sache den geltenden Bestimmungen zufolge nicht bethätigen — und als sechs Jahre darauf, 1887, der „Flugtechnische Verein“ ins Leben trat, da war es „unser Bosse“, der sein redlich Theil dazu beitrug, dass der Neugeborene wuchs und alsbald die Glieder regen konnte. Es ward ihm vom Anfange an die Vertrauensstelle eines Schatzmeisters und Bücherwarts in dem Vereine übertragen, und wahrlich man hätte für dieses Amt wohl kaum einen geeigneteren und gewissenhafteren Functionär finden können. Thatsächlich bekleidete er seinen verantwortungsvollen Posten bis zu dem Augenblicke, da ihm der Tod Buch und Schlüssel aus der Hand riss. Inzwischen übernahm er, thätig wie er war, auch noch die Schriftführerstelle, die er aber dann doch wieder abgab.

Neben seiner verantwortungsvollen und wichtigen Thätigkeit im Vereinsleben entfaltete er aber auch eine Thätigkeit höherer Art. Wir meinen damit seine schriftstellerische Arbeit auf dem Gebiete, dessen Erforschung sich der Flugtechnische Verein als Ziel gesetzt hat.

Schon kurz vor der Gründung der „Fachgruppe für Flugtechnik“ des „Ingenieur- und Architekten-Vereines“, d. i. am 30. October 1880 — die Gründung der Fachgruppe erfolgte am 10. Dezember desselben Jahres — erschien in der „Neuen Freien Presse“ ein Aufsatz: „Zur Luftschifffahrt“, mit welchem Herr Bosse zum ersten Male vor die Oeffentlichkeit trat, um zu zeigen, dass auch er sich mit den Fragen befasse, deren Beantwortung sich manch anderer erlauchter Geist vor, mit und nach ihm widmete. Bosse kam die Gründung der Fachgruppe, der ersten Vereinigung, die sich je in Wien mit der Luftschifffahrt befasste, höchst willkommen, und in der That sehen wir ihn, den schlichten Nichtfachmann, sehr bald

das Wagniss unternehmen, vor die Männer der Wissenschaft zu treten, um in wohlgefügter Rede seiner Ueberzeugung und seinen Forschungen Ausdruck zu geben. Am 20. Januar 1882 hielt er einen Vortrag „Ueber die zweckentsprechende Ausnützung der Schwerkraft zur Ermöglichung des mechanischen Fluges." Es blieb dies wohl sein einziger öffentlicher Vortrag, denn seine bescheidene, stille Art verbot es ihm, den ersten Sprung zu wiederholen. Aber trotzdem wirkte er stetig und still fernerhin im Sinne der Bestrebungen jener Genossen, denen er sich als dienendes Glied angeschlossen. Noch im März 1881 erschien wieder ein Aufsatz in der „Neuen Freien Presse", betitelt „Das Flugräthsel", und dann in demselben Tagblatte immer wieder Veröffentlichungen (August 188?, Juni 1883), die zeigten, dass sein Sinn nicht abliess, den Spuren der Erforschung und Lösung des grossen Räthsels zu folgen. Und als ihn die Sorge, einen grösseren Aufsatz „Zur Klärung der Flugfrage", unterzubringen, drückte, da nahm ihm der Herausgeber der „Allg. Sport-Zeitung" die Sorge in liebenswürdiger Weise ab. Der Aufsatz erschienals Nummer VIII von „Victor Silberer's aëronautischen Schriften" im Jahre 1883.

Schon im nächsten Jahre erneuerte sich bei unserem Freunde der Drang, der Welt zu verkünden, was er wieder gedacht und womit er hoffte, sein Scherflein beizutragen, dass dies Geschlecht, das schon so viele Jahrhunderte ringt, um sich von der Scholle endgiltig zu befreien, wieder einen Schritt dem Ziele näher komme. Es waren „Aëronautische Betrachtungen" von ihm, die die „Neue Freie Presse" brachte (December 1884). „Ein Beitrag zur Flugfrage" vom Jahre 1888 in der „Zeitschrift für Luftschifffahrt" enthielt dann den dringenden Mahnruf an seine Zeitgenossen, vom Sinnen zum Versuchen überzugehen, und um seiner Stimme weithin Gehör zu verschaffen, veröffentlichte er einen ganz ähnlichen Aufsatz in dem amerikanischen Blatte „American Engineer and Railroad Journal."

Alle seine Schriften zielten darauf ab, dem vogelähnlichen Luftfahrzeuge das Wort zu reden, und seine Worte waren nicht nur fein gefügt und warm, stets milde in der Form, sondern auch durch manchen Versuch, den der Verfasser vorerst vorgenommen hatte, begründet und darum gerechtfertigt.

Mit seinen flugtechnischen Arbeiten indess war seine Thätigkeit noch nicht erschöpft, denn sein Geist befähigte und seine geschäftlichen Erfahrungen drängten ihn dazu, auch auf einem ganz anderen Gebiete, als es das vorgenannte ideale ist, mitzuarbeiten. Unser Bosse liess sein Webeschiffchen auch zwischen den vielverschlungenen Fäden des grossen Webstuhles, der da „Volkswirthschaft" genannt wird, hin und her schwirren. „Die Factoren des Weltverkehrs", „Die Währungsfrage," Aufsätze, die in Zeitschriften und gesonderten Flugschriften erschienen, zeigen dies. Aus diesen Arbeiten will ich nur hervorheben, dass er bestrebt war, im Münzwesen nach Kräften für den Bimetallismus einzutreten.

Ja noch zwei Gebiete von solcher Art, dass man in ihnen kaum Berührungspunkte untereinander aufzufinden vermöchte, fanden Bosse als Kämpen auf dem Tummelplatze: das der Mechanik und der Sprachwissenschaft; „Kraft, Bewegung und Gravitation", diese Begriffe suchte er zu klären, und — eine Weltsprache ersann er!

Der all das that, war ursprünglich nichts als ein einfacher Müllerssohn. Wilhelm Bosse war aus dem Städtchen Vieningen in Hannover gebürtig und der Sohn eines Müllers. Sein Geburtsjahr war 1838. Seine Vorbildung umfasste die Handelswissenschaft, die er sich noch in seiner Heimat aneignete. In seinem 20. Lebensjahre kam er nach Wien. Hier erklomm er in einem hervorragenden Geschäftshause die Sprosse eines Geschäftsleiters, doch sah er sich später in Folge seiner Heirat bestimmt, diese Stellung mit der Leitung eines bedeutenden

Gasthofes Wiens zu vertauschen. Diesen Beruf hatte er mit gewandter und fester Hand inne bis zu seinem letzten Augenblicke.

„Unser Bosse“, wie ihn die Näherstehenden im Flugtechnischen Verein stets zu nennen pflegten, verstand es wie kaum einer, Herzen zu gewinnen. Wenn die Wogen des Meinungskampfes noch so hoch gingen, so konnte er ein vermittelndes Wort finden, das zu glätten geeignet war, und wenn er, häufig stiller Hörer und Beobachter, seiner Meinung Ausdruck verlieh, so geschah es stets in einer Art, die nur gewinnen konnte, und wenn es galt, über irgend eine Frage in Vereinsangelegenheiten genaue Auskunft zu erhalten, so konnte man sicher sein, der, der verlässlich war wie kein Anderer, das war — „unser Bosse!“

Karl Milla.

Wiener Flugtechnischer Verein.

Protokoll der Plenarversammlung vom 4. Januar 1898.

Vorsitzender: der Präsident, k. k. Baurath Friedr. Ritter v. Stach.
Schriftführer: Wähner.

Der Vorsitzende begrüsst die Versammlung um 7 Uhr 15 Minuten und giebt bekannt, dass die erschienenen 2 Hefte der Strassburger Illustrirten aëronaut. Mittheilungen zum Ausnahmspreise von 2 fl 30 kr bis 2 fl 50 kr erhältlich sind, ferner, dass sich in Stuttgart eine Actien-Gesellschaft gebildet habe zur Förderung der Luftschiffahrt, speciell aber zur Ausführung der Projecte des Grafen Zeppelin.

Sodann nimmt das Wort Fr. R. v. Loessl zu einer kurzen Einbegleitung des nachfolgenden Vortrages

des Herrn Gustav Koch aus München,

über sein Project einer „Schaufelrad-Flugmaschine,“ das dieser an einem Modell und durch Zeichnungen erläutert. Herr Koch demonstrirt vorerst Einiges, durch eine, an einem langen Stabe befestigte und mit der Hand bewegte Fläche, bespricht auf Grund bekannter Zeichnungen die bisherigen Experimente Anderer, die alle keine genügenden Erfolge haben konnten, und behauptet, dass eine Schraube trotz nur einem Lager mehr Kraftaufwand erfordere, mehr Reibungsverlust bewirke als ein Schaufelrad bei zwei Haupt- und vielen kleinen (Flächen-) Lagern und Schneckenrädern! Da der Vortragende physisch, in Folge seines Herzleidens behindert ist, continuirlich zu sprechen, lässt er durch Herrn Stürmer (seinen Eidam) Vieles vorlesen, was übrigens identisch ist mit bereits stattgehabten Publicationen. Mehrmals die Vorlesung unterbrechend, betont Herr Koch, dass die auftretende Reaction des von ihm projectirten einzigen Räderpaares, durch Nachvorne-Verlegung des Schwerpunktes seines Luftschiffes, sehr günstig auszugleichen, während bei Drachenfliegern mit Schraubenpropulsion eine analoge Verlegung unmöglich sei, und insbesondere die nach seiner Meinung mehrfach projectirte Anwendung nur einer Schraube arge einseitige Reactions-Uebelstände habe. Der Vortragende schliesst, indem er die Ueberzeugung ausdrückt, seinen Apparat bei 250 m² Drachenfläche mit 2000 kg Gesammtgewicht construiren, und eine Geschwindigkeit von 15 m. p. s. erreichen zu können.

Herr Kress erklärt den Vortrag für sehr interessant, meint aber, dass die günstigste Paralysirung der Reaction durch zwei Räderpaare zu erzielen wäre, Schrauben jedenfalls mit viel geringerem Reibungsverlust und bedeutend besserem Gesammtresultat arbeiten, und berichtigt, dass er seit jeher bei seinen Drachenfliegern mit Schrauben-Propulsion die Nachvorneverlegung des Schwerpunktes nicht

nur als wichtigen Factor erklärt habe, sondern bei seinen thatsächlich freifliegenden Modellen auch durchführte, wofür zahlreiche Beweise existiren. Redner berichtigt weiter, dass ein ernstes Drachenflieger-Project mit nur einer Schraube nicht bekannt ist.

R. v. Loessl meint, dass eine Schraube günstiger arbeitet als ein Schaufelrad, und dieses ein Labyrinth constructiver Aufgaben biete, sich aber vielleicht verbessern lasse.

An der folgenden Discussion betheiligen sich die Herren Koch, Kress und Milla, worauf der Vorsitzende Herrn Koch unter allseitiger Zustimmung den Dank ausspricht und um 8 Uhr 55 Minuten die Versammlung schliesst. —

Protokoll der Plenarversammlung vom 18. Februar 1898.

Vorsitzender: Obmann, k. k. Baurath Fr. R. v. Stach.
Schriftführer: Wähner.
Sitzungsbeginn: 7 Uhr 10 Minuten.

Der Obmann begrüsst die zahlreich Versammelten; unter den Gästen sind zu bemerken die Herren Hofräthe Hauffe und Radinger, General Brunner, Oberst Hess. — Sodann theilt der Vorsitzende mit, dass in Chemnitz (Sachsen) und in Mailand neue Vereine zur Förderung der Luftschiffahrt entstanden sind, und ferner, dass der Automobil-Club von Oesterreich zum Beitritte, die Gesellschaft der Friedensfreunde zur Theilnahme an der am 22. d. M. stattfindenden Versammlung derselben, einladen; den diesbezgl. Brief der Bar. B. v. Suttner (der Präsidentin dieser Gesellschaft) bringt Herr Baurath v. Stach zur Verlesung, es geht daraus u. A. auch hervor, dass genannte Dame in dem Gelingen der flugtechnischen Bestrebungen einen wichtigen Factor sieht, der wie kein anderer „die Abschaffunng der Kriegsinstitution“ näher brächte. —

Nun ladet der Obmann Herrn Ingenieur Wilhelm Kress ein, den angekündigten Vortrag:

„Ueber dynamische Luftschiffahrt mit Vorführung freifliegender Modelle“

zu halten. Mit Applaus begrüsst, betritt Redner das Podium.

Der Inhalt des Vortrages findet sich in diesem Hefte in einem besonderen Artikel abgedruckt.

Am Schlusse des Vortrages erhebt sich stürmisches Beifallklatschen und der Wunsch nach Wiederholung des letzten Experimentes (des Freifluges von 600 gr Gewicht) ist mehrfach zu hören, doch leider entspricht der Experimentator demselben nicht.

Der Vorsitzende dankt unter allgemeiner Zustimmung dem Vortragenden für seine hochinteressanten Ausführungen, für die hochwichtigen beweiskräftigen Experimente, und ertheilt das Wort Herrn Ober-Ingenieur Friedrich Ritter v. Loessl, bekannt durch seine subtilen und kostspieligen Experimental-Untersuchungen über die Widerstandsverhältnisse verschieden geformter Flächen und Körper; derselbe betont, dass er schon im Jahre 1885 bei einem in Ingenieur- und Architekten-Vereine gehaltenen Vortrage über Ballontechnik darauf hinwies, dass eine wesentlich grössere Geschwindigkeit als ca. 5 sec. m. für festconstruirte cigarrenförmige Ballons schwer denkbar sei, da eine Verdoppelung der Geschwindigkeit eine Verachtfachung der Kraft bedinge; die Thatsachen der seither verflossenen 13 Jahre gaben ihm Recht. Alle seine difficilen Untersuchungen zeigen

dagegen die günstigsten Aussichten für die rein dynamischen Bestrebungen und speciell für die von Herrn Kress cultivirten Drachenflieger, deren Realisirung im Grossen als entschieden möglich zu betrachten und zu empfehlen sei. — Sodann ersucht Herr Wähner kurz die Gründe darzulegen, warum es bis heute noch nicht zum Baue eines grösseren Kress'schen Drachenfliegers kam, und beantragt den thunlichst einstimmigen Beschluss zu fassen, die Kress'schen Projecte zu fördern und ein Comité zur Beschaffung der nöthigen Geldmittel zu bilden, was lauten Anklang findet.

Der Vorsitzende erklärt, diesen Antrag im Ausschlusse zur Berathung gelangen lassen zu wollen und schliesst hiermit die Versammlung um 9 Uhr.

Protokoll der Plenarversammlung vom 15. März 1898.

Vorsitzender: Der Obmann, Friedr. R. v. Stach.
Schriftführer: Wähner.

Es sind Wandtafeln zum Project „Stonawski," dann ein Modell des Herrn Steffen ausgestellt.

Der Vorsitzende eröffnet die Versammlung um 7 Uhr 15 Minuten und ersucht den Schriftführer, das von Herrn v. Loessl verfasste Gutachten über die Kress'schen Flug-Experimente zu verlesen, welches sodann einstimmig Annahme findet, worauf Herr Postmeister Steffen das Wort erhält zu seinem Vortrage: „Wann und wie werden wir fliegen." Der Vortragende ergeht sich in theoretischen Erörterungen über Energie und deren Aufspeicherung in „Wucht," sagt weiter, dass man aviatische Flugmaschinen eigentlich „Windmaschinen" nennen sollte, da man mit denselben Wind erzeugen müsse, und empfiehlt Lilienthal'sche Apparate zu allgemeinen Volksbelustigungen zu gestalten, wo dann „sachverständige Handwerker" deren Vervollkommnung in die Hand zu nehmen vermöchten. Herr Steffen demonstrirt hierauf sein Modell für persönlichen Kunstflug, in welchem der Mensch, liegend gedacht, sich mit einem vorneangebrachten Flügelpaare Horizontalbewegung schaffen soll, während er von seitlichen Tragflächen gestützt wird. Das in Eisen mit theilweiser Stoffbekleidung höchst complicirt ausgeführte Modell von etwas über 1 m Flügelspannweite, zeugt von grossem Aufwande an Mühe und Sorgfalt. Auf eine Anfrage des Herrn Nikel erklärt Demonstrator: das Totalgewicht bei Ausführung im Grossen, unter Anwendung von Aluminiumröhren, bei insgesammt 8 m² Flächenentwicklung, auf etwa 10 Kilogramm veranschlagen zu können. —

Der Obmann dankt dem Vortragenden und schliesst um 8 Uhr die Versammlung.

Protokoll der Plenarversammlung am 15. April 1898.

Vorsitzender: Obmann, k. k. Baurath R. v. Stach.
Schriftführer: Wähner.
Beginn: 7 Uhr 10 Minuten.

Der Vorsitzende giebt bekannt, dass am 18. d. M. unser langjähriges verdienstvolles Ausschuss-Mitglied, Cassaverwalter und Bibliothekar Herr Wilh. Bosse mit Tod abging, ihm heute das letzte Geleite gegeben und ein Kranz mit Schleife gewidmet wurde. Die Anwesenden ehren sein Andenken durch Erheben von den Sitzen. —

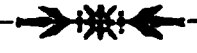
Sodann ladet der Vorsitzende zum Abonnement auf die von Alfr. v. Lindheim verfasste Biographie Sr. Kais. Hoheit des Herrn Erzherz. Carl Ludwig, Vaters unseres Protectors, ein, und berichtet dass in der demnächst stattfindenden Generalversammlung

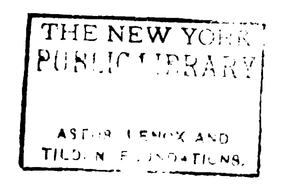
2 Vice-Präsidenten
6 Ausschuss-Mitglieder mit 2 jähriger,
3 „ „ mit 1 jähriger

Functionsdauer zu wählen, bezw. über Austritt und Tod bisheriger Functionäre 5 Neuwahlen erforderlich sind.

Hierauf verliest Herr Wähner das nun gedruckte, vom Ausschusse einstimmig angenommene, von Herrn Friedr. R. v. Loessl ausgearbeitete Gutachten für Herrn Kress und die hierfür erlangten Unterschriften, und referirt über das von Ausschusse gewählte Sub-Comité, bestehend aus den Herren R. v. Loessl, Popper, R. v. Stach und Wähner, zur Vorbearbeitung der Förderung des Kress'schen Projectes auf Grundlage des seitens des Referenten am 18. Febr. bezw. 7. März d. J. gestellten Antrages, von dem eine Copie hier beiliegt; das Original bildet einen Anschluss an das Protocoll der Ausschusssitzung vom 7. März d. J. Ueber Empfehlung des Obmannes, Herrn Baurath v. Stach, der darauf hinweist, dass diese Versuche Oesterreich zur Ehre gereichen, wird das verlesene Gutachten und der Antrag zur Förderung des Kress'schen Projectes einstimmig angenommen. — Nun hält Herr Oblt. Hinterstoisser seinen angekündigten Vortrag „Ueber Simultanfahrten", worin er den aëronautischen Congress in Strassburg und seine Theilnahme daran besprach und seiner Meinung dahin Ausdruck giebt, dass Luftschiffer und Meteorologen immer zusammengehen werden und von der Erforschung des Luftmeeres die definitive Lösung der Frage der Luftschiffahrt abhängig sei. An der folgenden Discussion betheiligen sich die Herren Baur. R. v. Stach, Milla und Dr. Pernter, Director der k. und k. meteorologischen Central-Anstalt, welch' Letzterer den Ausführungen des Redners beistimmt. —

Der Vorsitzende dankt unter lebhaftem Beifalle dem Vortragenden, und schliesst um 8 Uhr 10 Minuten die Versammlung.





Ueber das Segelproblem.

Von **A. von Parseval.**

(Fortsetzung des gleichnamigen Artikels aus No. 10/11, Jahrgang 1896, der Zeitschrift für Luftschiffahrt und Physik der Atmosphäre.)

Vor längerer Zeit erschien unter obenstehendem Titel in dieser Zeitschrift eine Abhandlung, welche sich mit der Frage beschäftigte, auf welche Weise ein segelnder Vogel aus den inneren Bewegungen strömender Luftmasse einen Gewinn für den Flug zu ziehen vermöge, wie er im Stande sei, die innere Arbeit des Windes nutzbar zu machen. Wiederholt wurde die Fortsetzung der Arbeit durch äussere Umstände verzögert. Nunmehr aber erscheint die Lösung auf so einfache Schlussfolgerungen zurückgeführt, dass sie im Kerne kaum anfechtbar sein dürfte. So mag denn, ungeachtet einiger Lücken, die Veröffentlichung erfolgen.

Ausgehend von dem Gedanken, dass jeder Bewegung der Luft in bestimmter Richtung eine Gegenbewegung in umgekehrter Richtung entsprechen müsse, um das atmosphärische Gleichgewicht zu erhalten, wurde besonderer Werth auf die Behandlung solcher Luftbewegungen gelegt, bei welchen Impulse abwechselnd von entgegengesetzten Seiten auf den Segler wirken. Hieraus entstand der Begriff der Windpulsation.

Der frühere Artikel behandelte die verticalen Pulsationen, d. i. auf und abwärts gerichtete Luftbewegungen; der vorliegende Artikel bespricht die horizontalen Pulsationen, d. i. Geschwindigkeits- und Richtungsänderungen des Windes. Auch diese werden je nach Umständen einen fördernden oder hemmenden Einfluss haben, und offenbar kann sich bei richtigem Verhalten des Seglers ein Gewinn für denselben herausstellen. Während aber bei den verticalen Pulsationen sich ohne Mühe eine einleuchtende Theorie ergab, bietet die Untersuchung bei den horizontalen Pulsationen eigenthümliche Schwierigkeiten, da hier mit dem Energie-Potential gegeneinander bewegter Massen gerechnet werden muss, ein in der Mechanik ziemlich selten vorkommender Fall.

Unsere Betrachtung zerfällt in zwei Abschnitte: wir behandeln gesondert 1. die horizontalen Pulsationen parallel zur Flugrichtung, d. i. die Geschwindigkeits-Schwankungen des Gegenwindes; 2. die horizontalen Pulsationen quer zur Flugrichtung, d. i. die seitlich einwirkenden Windstösse.

1. Die horizontalen Pulsationen parallel zur Flugrichtung.

Die zwischen Luft und Vogel auftretenden Kräfte sind nicht abhängig von der absoluten Grösse der beiderseitigen Geschwindigkeiten, sondern von der Differenz derselben d. i. von der Geschwindigkeit des Vogels relativ zur Luft. Dieses Verhältniss kann nun entweder dadurch sich ändern, dass der Wind seine Stärke ändert, oder dadurch, dass der Segler durch eine entsprechende Einwirkung auf die Luft seine Geschwindigkeit ändert.

Die Aenderung des Windes ist das Primäre, wir müssen, um eine Grundlage für unsere Untersuchung zu gewinnen, hierüber etwas bestimmtes festsetzen, und nehmen an, dass die Windstärke erst um ein bestimmtes Mass zu und dann um ebensoviel abnehme, so dass am Schluss des Processes die anfängliche Windgeschwindigkeit wieder herrscht. In gleicher Weise soll auch der Flugkörper nach dem Process seine anfängliche Geschwindigkeit und Bewegungsrichtung wieder erlangt haben: sein Arbeitspotential relativ zur Luft muss das nämliche sein wie am Anfang; denn nur dann kann ein eventueller Arbeitsgewinn oder Verlust klar zu Tage treten.

Nun erhebt sich die Grundfrage: wie gross ist das Arbeitsvermögen eines schweren Körpers relativ zur Luft bei einer gegebenen relativen Geschwindigkeit v? Hier giebt uns die Mechanik die Antwort: wenn das Medium, in welchem der Körper sich bewegt, so ausgedehnt ist, dass es als Ganzes betrachtet, nicht merklich durch den schweren Körper in einseitige Bewegung gesetzt wird, so ist das Arbeitspotential des schweren Körpers von der Masse m gegeben durch den Ausdruck $\frac{1}{2} m v^2$. Für das Luftmeer können wir diese Annahme, so gross auch unser Segler sei, unbedenklich machen. Unsere weitere Untersuchung hat dann die Aufgabe, die Aenderung des Arbeitspotentials unter Berücksichtigung der Eigenwirkung des Flugkörpers zu verfolgen.

Wir führen hiebei folgenden Process durch:

1. Der Flugkörper besitzt die relative Geschwindigkeit v. Er begegnet einer Windschwellung (Zunahme des Gegenwindes), wodurch seine relative Geschwindigkeit um w wächst, also auf $(v + w)$.

2. Unter Benutzung der erhöhten relativen Geschwindigkeit steigt der Körper und erlangt nunmehr die relative Geschwindigkeit v_1.

3. Nun tritt Abflauung des Gegenwindes ein, um den gleichen Betrag wie vorher. Hiedurch sinkt die Geschwindigkeit auf $(v_1 - w)$.

4. Durch Abwärts-Sinken unter vorwärts Gleiten gewinnt der Vogel seine anfängliche Geschwindigkeit v zurück.

Die jeweilige Grösse des Arbeitspotentials enthält nachstehende Tabelle.

	Relative Geschwindigkeit	Arbeits-Potential
1. Beginn des Processes	v	$\frac{1}{2} m v^2$
2. Ende der Windschwellung . .	$v + w$	$\frac{1}{2} m (v + w)^2$
3. Nach dem Anstieg	v_1	$\frac{1}{2} m v_1^2$
4. Nach der Abflauung	$v_1 - w$	$\frac{1}{2} m (v_1 - w)^2$
5. Nach dem Sinken am Schluss .	v	$\frac{1}{2} m v^2$

Eine gegenseitige Einwirkung von Luft und Flugkörper liegt hier zwischen den Stadien 2 und 3, bezw. 4 und 5. Im ersten Fall ergiebt sich ein Arbeits- bezw. Höhen-Gewinn, im zweiten Fall ein durch Sinken wieder einzubringender Verlust. Das Mass für den Arbeitsgewinn ist daher die Differenz der Arbeitspotentiale unter 3 und 4, das Mass für den Verlust die Differenz aus 4 und 5.

Um zu finden, ob der Process einen Arbeitsgewinn ergiebt oder nicht, bilden wir die Differenz D aus Gewinn und Verlust und finden:

$$D = \frac{1}{2} m \left[(v + w)^2 - v_1^2\right] - \frac{1}{2} m \left[v^2 - (v_1 - w)^2\right]$$
$$= m w \, (v - v^1 + w).$$

Dieser Ausdruck ist stets positiv; er bedeutet also einen Arbeitsgewinn. Negativ könnte er nur dann werden, wenn v_1 grösser wäre als v. Diess ist aber unmöglich, weil v_1 durch Verkleinerung von v entstanden ist. Hiemit ist bewiesen, dass unter gewissen Umständen, wenn nämlich die Geschwindigkeits-Aenderungen von Luft und Segler unseren Annahmen entsprechend eintreten, ein Arbeitsgewinn stattfindet.

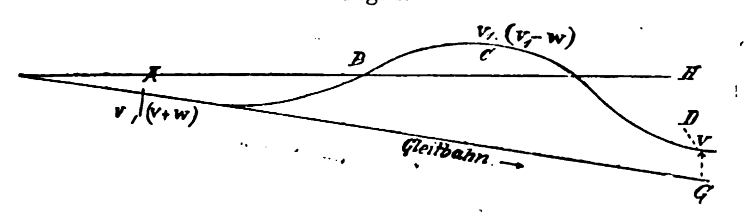
Bedingung aber bleibt das thatsächliche Eintreten der Geschwindigkeits-Differenzen. Denn findet diess nicht statt, etwa indem der Segler seine Eigengeschwindigkeit parallel der Windgeschwindigkeit, d. i. so ändert, dass die Differenz beider constant bleibt, so ist der Process bei der Abflauung genau die Umkehr des anderen, und Gewinn und Verlust heben sich auf.

Erfolgt die Geschwindigkeits-Aenderung aber so, dass die Unterschiede nur theilweise erreicht werden, so ist auch der Gewinn ein verminderter. Der Segler muss sich daher dem Einfluss der Windschwellung, bezw. Abflauung durch entsprechende Flügelhaltung möglichst entziehen,

bis die Winddifferenz voll erreicht ist; erst dann hätte das Ansteigen, bezw. Sinken zu erfolgen.

Wir wollen diese Forderung vorerst als erfüllt ansehen und betrachten die Form der zurückgelegten Bahn.

Fig. 1.



In vorstehender Figur 1. bedeutet AH die Horizontale, AG die bei ruhiger Luft innegehaltene Gleitbahn. Bei A soll plötzlich die Vermehrung der Windgeschwindigkeit von v auf $(v+w)$ stattfinden; der Segler lenkt seine Bahn nach oben um, während der Druck des Windes auf den Flügeln grösser ist als das Gewicht, so lange die Curve nach oben gekrümmt ist. Von B ab, so lange die Bahncurve abwärts gekrümmt ist, ist die Tragkraft kleiner als das Gewicht. Bei C erfolgt die Abflauung des Windes, und der bereits eingeleitete Absturz erhöht die Geschwindigkeit. Bei D ist die Anfangsgeschwindigkeit wieder erreicht und erfolgt der Uebergang zum normalen Gleiten.

Ohne die Windpulsation würde der Segler in der Linie AG weitergegangen sein; durch den beschriebenen Process ist er bis D gelangt. Die verticale Erhebung des Punktes D über die Gleitbahn bildet daher ein Mass für den erzielten Arbeitsgewinn.

Die Möglichkeit eines solchen leuchtet noch besser ein, wenn man bedenkt, dass das Ansteigen des Seglers im verstärkten Gegenstrom stattfindet, wodurch die Steighöhe sich vermehrt, das Sinken im abgeflauten Gegenstrom, wodurch die Wiedererlangung der verlorenen horizontalen Geschwindigkeit erleichtert wird.

Aber auch nach der Theorie von der Erhaltung der Kraft erklärt sich der Arbeitsgewinnn leicht. Im ansteigenden Ast der Bahnwelle ist die Unterseite der Flugfläche nach vorne gewendet und vermindert durch ihren Druck dessen horizontale Geschwindigkeit; im folgenden Ast ist die Flugfläche nach hinten gewendet, und die horizontale Geschwindigkeit des Luftstroms wird vermehrt. Beide Wirkungen halten sich so die Wage, dass die Eigengeschwindigkeit des Seglers nicht dauernd geändert ist. Die Geschwindigkeits-Unterschiede des fliessenden Luftstroms aber werden dauernd vermindert, und hieraus fliesst der Arbeits-Gewinn.

Wir können also folgenden wichtigen Schluss ziehen: Arbeit kann aus der inneren Energie bewegter Luft-Massen dadurch gewonnen werden, dass der Segler die Geschwindigkeits-Unterschiede der bewegten Luftmassen in geeigneter Weise vermindert.

Wir wenden uns wieder zur Discussion unserer Formel:

$$D = m.w \ (v - v_1 + w)$$

Hier ist w die Geschwindigkeitsänderuug der Luft, $(v—v_1)$ diejenige des Seglers; wir können den Satz daher so aussprechen: Der Arbeits-Gewinn ist proportional dem Product aus der Geschwindigkeits-Aenderung des Windes und aus der Summe der Geschwindigkeits-Aenderungen des Windes und Seglers.

Der Einfluss der Stärke der Windpulsation ist, wie man sieht, sehr bedeutend. Interessant ist, dass der Arbeitsgewinn mit abhängig erscheint von der Grösse der in gewissem Grade willkürlichen Geschwindigkeitsänderung des Seglers. Diese soll möglichst gross sein. Der Segler muss daher eine grosse Eigengeschwindigkeit haben und den Anstieg in der Welle hoch machen.

Nun fragt sich noch, wie weit der Process auch praktisch ausführbar ist, und ob ihm eine wesentliche Bedeutung für den Flug zukommt.

Es wurde gezeigt, dass die Geschwindigkeits-Aenderung des Seglers jener der Luft in eigenthümlicher Weise nacheilen müsse, so dass beide nicht gleichzeitig stattfinden. Es müsste demnach der Segler dem Einfluss des sich verstärkenden bezw. abschwächenden Windes durch geeignete Flügelhaltung sich soweit entziehen, dass seine Geschwindigkeit sich nicht ändert. Wenn die Windstärke wieder constant ist, müsste dann die Einwirkung erfolgen. In Vollkommenheit diess zu erreichen wird wohl nicht möglich sein. Denn immer wird die Anschwellung, bezw. Abflauung schon während ihres Entstehens Einfluss auf die Fluggeschwindigkeit haben, und dadurch wird die Grösse der ausnützbaren Winddifferenz vermindert. Man könnte deshalb wie bei jeder andern Art der Kraftgewinnung auch hier von einem besseren oder schlechteren Nutzeffect des Processes reden.

Indessen werden theilweise die besprochenen Vorteile schon durch diejenigen Hebungen und Senkungen des Vogels herbeigeführt werden, welche von selbst bei dem Eintritt einer Windpulsation entstehen, so dass unzweifelhaft ein, wenn auch nicht bedeutender Arbeitsgewinn sich ergiebt. Die Hebungen beim Eintritt einer Pulsation zeigt die Naturbeobachtung sehr deutlich; weniger rapid und auffallend sind die Senkungen; doch sind in freier Luft die Verhältnisse so complicirt, dass ein sicheres Urtheil kaum möglich erscheint.

Am Schlusse der Darlegungen möchte ich betonen, dass der Arbeitsgewinn nicht nothwendig eine gleich grosse Ersparniss an Arbeit bedeutet. Es wird sehr darauf ankommen, ob nicht das Arbeitbedürfniss beim Segelflug in Wellen ein grösseres ist, oder ob nicht ein erhebliches Abgehen von der normalen Fluggeschwindigkeit mit Verlusten verknüpft ist.

Es ist behauptet, aber bis jetzt noch nicht bewiesen worden, dass der Segelflug in Wellen ökonomischer sei, als der gradlinige Gleitflug. Wahr-

scheinlich ist es gewiss nicht; denn Richtungsveränderungen verbrauchen Kraft. Dass aber in der Wellenbewegung ein Mittel gegeben sei, auch bei vollkommen gleichförmig bewegter, oder — was dasselbe ist — bei unbewegter Luft Arbeit aus der Atmosphäre zu entnehmen, das dürfte kaum glaubhaft sein, denn damit wäre das Perpetuum mobile erfunden.

Die horizontalen Pulsationen quer zur Flugrichtung.

Bei den bisherigen Ausführungen war als Bedingung festgehalten, dass der Segler seine horizontale Flugrichtung während des Processes nicht ändert. Solange die Einwirkungen des Windes nur von oben und unten oder von hinten und vorn kommend angenommen wurden, war das möglich, bei seitlichen Windstössen ist es nicht weiter angängig. Da aber der Arbeitsgewinn auch hier wesentlich beeinflusst ist von dem Verhalten des Seglers, wollen wir zunächst den Fall maximalen Gewinnes ins Auge fassen.

Der Vogel, welcher wieder die relative Geschwindigkeit v besitzen möge, wird offenbar dann den grössten Gewinn haben, wenn er so segelt, dass durch die Veränderung der Windgeschwindigkeit seine relative Geschwindigkeit jedesmal vermehrt und nicht, wie in dem vorher betrachteten Fall einmal vermehrt, einmal vermindert wird. Zu diesem Zweck müsste er bei dem Anschwellen gegen den Wind bei der Abflauung mit dem Winde segeln; dann empfindet er auch die Geschwindigkeits-Abnahme der Luft als Zunahme des ihm fühlbaren Gegen-Windes. Segelt z. B. ein Vogel mit einem Wind von 7 m Geschwindigkeit und einer relativen Geschwindigkeit von 6 m, so fliegt er um 6 m schneller als der Wind d. i, mit 13 m Geschwindigkeit vom Boden aus gemessen. Wird der Wind um 4 m schwächer, so hat der Vogel statt des vorigen Mitwindes von 7 m nunmehr einen solchen von 3 m und eine relative Geschwindigkeit zur Luft von 13 — 3 = 10 m.

Der Segler müsste daher einmal mit, einmal gegen den Wind fliegen, d. i. in der Pause zwischen Schwellung und Abflauung einen Halbkreis beschreiben. Der Gewinn wäre dann bei der Schwellung der gleiche wie bei der Abflauung, und wenn wir annehmen, dass die relative Geschwindigkeit jedesmal von $(v + w)$ bis v sinkt, so haben wir

$$D = 2\left[\frac{1}{2} m (v + w)^2 - \frac{1}{2} m v^2\right] = m w\ (2v + w).$$

Vergleichen wir diese Formel mit der vorigen, so können wir sie als einen besonderen Fall derselben betrachten, nämlich denjenigen, in welchem

$$(v - v_1) = 2\,v \text{ oder}$$
$$v_1 = (-v) \text{ ist}$$

Hieraus folgt, dass die Ausführung eines Halbkreises einer Veränderung der Geschwindigkeit von v auf $(-v)$ gleichkommt, was auch durch die Anschauung bestätigt wird. Denn durch die Schwenkung hat die Bewegung, d. h. die Geschwindigkeit ihr Vorzeichen umgekehrt. Erfolgt die

Ausnützung jeweils sofort nach Beendigung der Windschwellung, bezw. Abflauung, so ist der Gewinn das für die Normalgeschwindigkeit v mögliche Maximum. Könnte der Vogel aber den Gewinn an Geschwindigkeit aufspeichern bis ganz zum Schluss der Pulsation, so dass die Geschwindigkeitsdifferenz $2w$ betrüge, welche dann auf einmal ausgenützt würde, dann wäre freilich der Gewinn wesentlich grösser. Der Flug müsste aber dann längere Zeit mit einer erheblich über der normalen liegenden Geschwindigkeit vor sich gehen, wodurch jedenfalls auch ein erhöhter Arbeitsbedarf entstände. Ob dabei also ein Gewinn herauskäme, ist fraglich.

Wird der Halbkreis nicht vollständig beschrieben, so kommen als Geschwindigkeit v nur diejenigen Geschwindigkeitscomponenten in Frage, welche zur Richtung der Windpulsation parallel sind. Die senkrecht hierzu stehenden Componenten haben keinen directen Einfluss auf die Arbeitsersparniss. Diese Grösse der Componente, wenn ω die Winkelrichtung der Bahn zur Richtung der Pulsation bedeutet, ist $v . \cos \omega$. Aus der Veränderung dieser Componente berechnet sich der Arbeitsgewinn.

Der Flug muss also der Richtung der Windpulsation immer möglichst entgegengerichtet sein, und die Wendungen müssen vor Eintritt der Pulsation erfolgen. Hierzu müsste der Vogel dieselben vorher wahrnehmen, um seinen Flug rechtzeitig danach einzurichten.

In wie weit diess ein Hinderniss für die Anwendung des Processes bildet, lässt sich schwer sagen. Windschwellungen können im voraus wahrgenommen werden: 1. durch das Geräusch, 2. an Staubwolken, 3. an der Bewegung von Bäumen, sonstiger Bewachsung und Wasser, 4. an der Bewegung von Wolken und Nebel. Man wird wohl annehmen dürfen, dass segelgeübte Flieger ein feines Wahrnehmungs-Vermögen und ein richtiges Gefühl für Windpulsationen haben.

Aus dem Gesagten folgt, dass horizontale Pulsationen auch durch angemessene Directionsveränderung des Fluges, d. h. durch Kreisen ausgenützt werden können und zwar, wegen Erzielung grösserer Differenzen in den in Betracht kommenden Geschwindigkeits-Componenten, unter Umständen mit besserem Effect als durch den beschriebenen Wellenflug.

Um ein Bild zu gewinnen, wie gross unter günstigen Verhältnissen dieser Effect werden kann, nehmen wir ein Zahlenbeispiel und setzen:

Normalgeschwindigkeit des Seglers $v = 8$ m
Zu- und Abnahme des Windes $w = 4$ m,

dann gilt die Formel

$$D = m\,(16 + 4)$$

und wenn der Vogel 1 kg schwer, also $m = \frac{1}{g}$ ist, wird

$$D = 4{,}08 \text{ kgm},$$

eine Arbeitsgrösse, die hinreicht, den Vogel reibungslos um ca. 4 m zu heben, bezw. den horizontalen Flug 5—6 Secunden lang zu unterhalten. Da der-

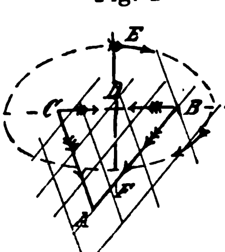
artige Pulsationen meist länger als 6 Secunden dauern, reicht der Gewinn nicht aus, um die Flugarbeit ganz zu ersparen. Durch Annahme einer stärkeren Pulsation würde man allerdings einen grösseren Gewinn erhalten; aber stärkere Windstösse sind auch entsprechend seltener.

Ausnutzung localer Verschiedenheiten.

Nun wäre nur mehr die Ausnützung localer Verschiedenheiten in den Luftströmungen zu besprechen. Hierbei kann es sich um Geschwindigkeits-Differenzen handeln und um Luftströmungen, welche sich kreuzen. Oft sind derartige Luftströmungen über einander gelagert. Hierbei muss der Segler durch Steigen und Sinken abwechselnd aus einem Luftstrom in den andern übergehen und seinen Flug so einrichten, dass er beim Uebertritt eine möglichst grosse Vermehrung seiner relativen Geschwindigkeit erzielt. Es ergiebt diess schräg gelagerte Kreise, bei welchen der Segler dem stärkeren Strom entgegen fliegend in denselben eintritt und in gleicher Richtung mit schwächeren fliessend in letzteren zurückkehrt.

Bei sich kreuzenden Luftströmungen kann von jeder eine der andern gleiche aber entgegengesetzt gerichtete Geschwindigkeits-Componente ausgenützt werden. Dieselbe ist leicht zu finden. Seien CA und BA (Fig. 2) die genannten Strömungen nach Richtung und Geschwindigkeit, so sieht man, dass zwei Punkte, indem sie von C bezw. B nach A wandern, sich mit der Geschwindigkeit $CD = BD$ einander nähern.

Fig. 2.



Die gesuchte Componente ist daher $CB = BD$. Um dieselbe auszunützen, muss der Segler eine schräg gelagerte Bahn in der Weise beschreiben, dass er beim Passiren der auf der Linie CB senkrechten EF jedesmal von einer Strömung in die andere übergeht, entgegen der Richtung der jeweils auszunützenden Geschwindigkeits-Componente.

Mag diese Methode wohl auch keine grosse Bedeutung für den Flug haben, so ist die Kenntniss solcher Möglichkeiten doch interessant und nützlich. Ein weiteres Eingehen auf die complicirten Details solcher Flugmanöver ist hier nicht am Platze.

Schlusswort.

Wir werfen noch einen kurzen Rückblick auf die erhaltenen Resultate.

Die wichtigste atmosphärische Kraftquelle sind zweifellos aufsteigende Luftströmungen; sie geben in einfachster Weise directe Hebung, die Hauptsache beim Flug. Wir haben gesehen, dass eine Steigegeschwindigkeit von ca. 1 m hinreicht, den Flug eines guten Seglers zu unterhalten. Solche aufsteigende Strömungen sind sehr häufig. Hervorgerufen werden sie durch thermodynamische Wirkungen; die Bewegungsursache ist die Sonne; sie

kommen also meist bei schönem Wetter vor. Besonders stark sind sie an kräftig bestrahlten Bergwänden, und über grossen leicht erhitzbaren Bodenflächen, wie Wüsten. Sie sind der Motor der Geier und Adler.

Verticale Pulsationen liefern gleich den aufsteigenden Luftströmungen in einfacher Weise Hebekraft, indem abwärts gerichtete Strömungen an der convexen Rückenfläche der Flügel ziemlich wirkungslos abprallen, während aufsteigende Strömungen an der concaven Unter-Seite einen maximalen Effect ausübeu.

Auch horizontale Pulsationen können ausgenützt werden und zwar mittelst des Wellenfluges oder durch Kreisen. Während aber aus den Verticalbewegungen der Luft direct Hebekraft gewonnen werden konnte durch Aufhebung der ansteigenden Bewegung der Luftmassen, wird hier in erster Linie Energie gewonnen durch Aufhebung der inneren Bewegung der Luftmassen.

Die gewonnene Energie kann ganz oder theilweise den Flug unterhalteu; doch ist die Menge derselben, ausser bei starkem Winde nicht bedeutend. Durch diese Art der Ausnützung werden die Ungleichförmigkeiten des fliessenden Stromes vermindert.

Uebrigens zeigt der wirkliche Flug niemals das einseitige theoretische Bild einer horizontalen oder verticalen Pulsation; vielmehr werden sich fast beide Arten der Bewegungen combiniren, insbesondere auch bei den im Luftmeer so häufigen Wirbeln. In demselben Maasse muss sich die Ausnützung den Verhältnissen anpassen; es ist aber nicht beabsichtigt, diesen complicirten Möglichkeiten weiter nachzugehen.

Wenn schliesslich doch noch die Erklärungen manchen nicht befriedigen und die Ansicht Raum gewinnen sollte, dass der bedeutende Arbeitsbedarf beim Flug aus den geschilderten Verhältnissen kaum gedeckt werden könne, das Segelproblem sohin noch nicht genügend geklärt sei, so möchte ich darauf hinweisen, dass ohne Zweifel der Vogelflügel weit tragfähiger ist als auf Grund von Versuchen mit unzulänglichen Nachahmungen bisher angenommen wurde. Die unbefangene Naturbeobachtung beweist das hinlänglich. Auch Lilienthal'sche Flächen sind noch lange keine Flügel. Eine gute Tragfähigkeit der Flügel aber erleichtert wesentlich das Segeln.

Auf diesen Punkt, der mir viel zu sehr vernachlässigt erscheint, möchte ich die Herrn Aviatiker am Schlusse noch hinlenken, und dann dürfte es wohl auch gelingen, die letzten Räthsel des Segelfluges zu entschleiern und ein Urteil darüber zu gewinnen, ob menschlicher Kunst die Nachahmung dieser wunderbaren Naturerscheinung möglich ist.

Ueber den heutigen Stand der Luftschiffahrt und die Einführung von Flug-Apparaten nach dem Buttenstedt'schen Princip in unsere Verkehrs-Praxis[1]).

Von **H. Weisse**, Major z. D.

„Wenn wir die Wirkungen der Natur genau prüfen, werden wir finden, dass die wunderbarsten Erscheinungen durch die einfachsten Mittel zu Stande kommen."
Galileo Galilei.

Es ist ein wahrhaft tragisches Geschick, dass das Neue, Richtige und Wahre am Meisten dem Missverständniss, dem Widerspruch, der Anfeindung ausgesetzt ist. Während Täuschungen aller Art, selbst die Lüge, in der Welt fast überall mit offenen Armen empfangen werden und dem Betruge Thür und Thor geöffnet ist, bedarf die Wahrheit stets des heissesten, beharrlichsten Kampfes, um sich zur Geltung zu bringen, sich Berechtigung und endlich gebührende Anerkennung zu erringen. — Vorurtheile und Voreingenommenheiten sind eben „Hügel, zu denen das klare Wasser verständiger Prüfung nicht hinaufläuft." — Für die tausend erhabenen Geister, die in alleiniger Hingabe an die Zwecke der Wissenschaft, fern von den Genüssen und Ehren dieser Welt, ihr Dasein unermüdlicher Forschung widmeten und selbst der Entbehrung und Erniedrigung kühn in's Auge schauten, ist Columbus, der auf drei armseligen Fahrzeugen ausfährt, einen Welttheil zu entdecken und mit Ketten belastet nach Spanien zurückkehrt, das Symbol für Zahllose, welche in dem Reiche der Intelligenz arbeiteten und dafür für sich ausser der dornenvollen Krone des Nachruhmes nur Noth und Verfolgung ernteten; und ein grosser Theil dieser edelsten Arbeiter am Bau des Tempels für Geistescultur, die nach den höchsten Zielen strebten, ohne auf das zu sehen, was sie dafür erwartete, ward aus der Mitte des Volkes gewonnen, ohne sich der Vortheile erfreuen zu können, die Macht, Reichthum und Stellung dem strebsamen Sterblichen gewähren.

So wahr es nun auch ist, dass der echte Genius des Menschengeistes durch Misserfolge nicht gelähmt wird, diese vielmehr oft den Lehrmeister des Genies bilden, so bleibt es doch immer beklagenswerth, dass das Wort Machiavel's allzu treffend ist, wonach es drei Rangstufen des Geistes giebt,

---

[1]) Wir bringen im Nachfolgenden die Betrachtungen eines begeisterten Anhängers der Buttenstedt'schen Theorie, getreu dem Grundsatze, in unserer Zeitschrift Jedermann unparteiisch zu Worte kommen zu lassen. Dass wir nicht etwa für die gesammten Ausführungen des Verfassers die Verantwortung übernehmen — ebensowenig wie für irgend welche andere Ansichten die in diesen Spalten Ausdruck gefunden — brauchen wir kaum hinzuzufügen. Unsere Zeitschrift soll ein Forum sein zur gegenseitigen Aussprache, nicht ein Agitationsmittel für irgend eine bestimmte Theorie auf dem so überaus schwierigen Gebiete, welchem sie geweiht ist. Die Redaction.

zu deren erster nur diejenigen zählen, die von sich aus begreifen, zur zweiten die da begreifen, wenn es ihnen erklärt wird und zur dritten, leider zahlreichsten, diejenigen, die weder von sich aus, noch mit Hülfe Anderer begreifen. Bei den Deutschen tritt zu dieser allgemein menschlichen Schattenseite noch die ausgesprochen nationale Eigenheit, namentlich nur das für gut zu halten, was aus der Fremde kommt und den Unwerth einer Sache oder deren Geringschätzung mit dem geflügelten Worte zu bezeichnen: es kann nicht viel werth sein, es ist nicht weit her! —

Gegen neue Erscheinungen verhalten wir uns in dem Maasse ablehnend, als wir ihnen gegenüber intellectuell hülflos sind. Wir verlangen wenn auch unbewusst, die Dinge sollen sich nach unserm Verstande richten, nicht der Verstand nach den Erscheinungen. Glücklicherweise wartet die Natur in ihren Erscheinungen nicht ab, bis sogenannte Gelehrte eine Meinung darüber haben; sie zwingt uns den Fortschritt ab durch ihre Ueberraschungen. Jeder Forscher sollte einsehen, dass das Neue, Unbegreifliche sein bester Freund ist. Leider giebt es aber Gelehrte, die das Unbegreifliche vornehm ablehnen, auch wenn es mit Fingern gezeigt werden kann; diese gleichen jenen Menschen, von denen Göthe sagt, „dass sie auf der Strasse ihre besten Freunde umrennen.“ Jene Menschen sind verhängnissvoll für Weiterentwickelung, wenn sie sich in maassgebenden Stellungen befinden und mit dem Nimbus der Wissenschaftlichkeit ummantelt sind, aber vom echten Geiste der Wissenschaft sind sie nur schwach angehaucht. Auch die Wissenschaft als Product des irrenden Menschen, kann fehlen und auf Abwege kommen, aber gerade ihre Freiheit und Selbstständigkeit leistet die beste Bürgschaft dafür, dass sie ihre Irrthümer bald erkennt, sie durch neue Forschungen und grosse Erfolge ersetzt. So mögen wir uns denn mit Vertrauen dem Gedanken hingeben, dass je mehr die Wissenschaft und der wissenschaftliche Geist das ganze Leben durchdringt, hierin auch ein Hinderniss für allen Aber- und Afterglauben geschaffen wird und ein unüberwindliches Motiv der Humanität, welches siegreich gegen alle verrotteten Vorurtheile vorgeht und damit die Zeiten immer mehr und mehr schwinden, in denen grade die sogenannten Unbegreiflichkeiten der Natur immer den längsten und heftigsten Widerstand finden, und dass damit die Hauptursache für den schleppenden Gang des Fortschrittes zur Seite geschoben und Platz gemacht wird für die Erkenntniss, die uns endlich aus den Kinderschuhen herausbringen soll: die grössten Entdeckungen wurden immer vorbereitet durch Anerkennung solcher Thatsachen, die den bestehenden Meinungen zuwider liefen. „Wir sind immer sehr geneigt,“ sagt du Prel mit Recht „von Erscheinungen, die wir uns nicht erklären können, zu behaupten, dass sie, weil den Naturgesetzen widersprechend, unmöglich seien. Mit der Zeit aber stellt sich immer heraus, dass solche Erscheinungen nur den uns bekannten Gesetzen widersprechen, aber einem vorher unbekannten Gesetze entsprechen,

das jene aufhebt, wie die Anziehungskraft des Magneten das Gesetz der Schwere aufhebt." (Auch die Rotation hebt dieses Gesetz auf!)

Vielen „herrschenden Anschauungen" über Gesetze der Natur kann man dreist entgegnen: an den Gesetzen der Natur liegt es nicht, wenn noch im Schoosse schlummernde Entdeckungen nicht zum Leben erweckt werden, sondern an den Anschauungen schwacher Zweifler! Licht bleibt Licht, auch wenn es ein Blinder nicht sieht und ein Waizenkorn bleibt ein Waizenkorn, selbst wenn eine blinde Henne es findet! —

Die Wahrheit der vorangegangenen Betrachtungen soll hier nicht an den — leider — allzu zahlreichen Beispielen der Vergangenheit und der Geschichte der Erfindungen und Entdeckungen erhärtet werden. Es mag genügen daran zu erinnern, dass ein so grosser Geist, wie der Napoleon's I. und dessen eingesetzte grosse Commission von Technikern, Gelehrten und Officieren das Fulton'sche Dampfschiffproject für eine „visionäre und unprakticable Idee" hielten. Und welche Praxis hat diese verkannte Idee heute erreicht? Wir lachen heute über die mathematischen Berechnungen des gelehrten Professors, der mit grösster Sicherheit bewies, dass ein Dampfschiff niemals über den Ocean gelangen könne, wie wir auch jetzt über die Randbemerkung des General-Postmeisters von Nageler im Jahre 1836 lachen, die da lautet: „Ich lasse täglich zwei Personen-Posten von Berlin nach Potsdam und zurück gehen, und häufig benutzt sie auch nicht ein einziger Passagier, und da soll sich eine Eisenbahn bezahlt machen?" Die Praxis hat die schlagende Antwort gegeben: jetzt genügen kaum 40 Züge um den Verkehr zu bewältigen! Wir belächeln auch das wissenschaftliche Gutachten der Universitäts-Facultäten, die es für geboten hielten in Folge des starken Luftdruckes, den die schnell fahrenden Züge bewirken sollten, Schutzwände zu beiden Seiten des Schienenweges aufzuführen. Unsere Enkel werden uns in gleicher Weise auslachen der Capriolen wegen, die von uns gegen die Luftschiffahrt gemacht worden sind, gegen die ebenso berechtigten, wie grossen Bestrebungen, uns das Element dienstbar zu machen, welches wir bis jetzt, wenn auch nicht neidlos, der Vogelwelt allein überlassen haben. Bestimmung der Menschheit ist aber, sich Alles dienstbar zu machen, was in unserem Bereiche liegt und unsere Atmosphäre ist durchaus nicht dazu geschaffen, dass wir nur ihre Unbilden tragen sollen; auch sie soll der Menschheits-Entwickelung dienstbar sein und sie wird ihrer ganz hervorragenden Eigenschaften wegen, das allererste und vornehmste Element werden, in dem unsere Enkel, wenn nicht schon unsere Söhne, ja schon wir selbst, sich bewegen, denn die Kraft, die unserer Atmosphäre eigen, überstrahlt an Werth alle bisher bekannten Kräfte und stellt diese in Schatten. Diese Kraft besitzt Schnelligkeit, Gleichmässigkeit, Billigkeit, Stetigkeit, räumliche Schrankenlosigkeit und führt den ideal und real erhabensten Weg durch Regionen, in denen man die elementaren Schrecken der Erdoberfläche nicht kennt, denen selbst die

stärksten Panzerschiffe nicht gewachsen sind; denn selbst Orkane haben für den Luftschiffer in der Höhe ihre Schrecknisse verloren: der luftsegelnde Mensch fährt schnell, aber sonst mit dem Sturme davon und stösst nirgends an, oder hebt sich höher als der Sturm, in eine andere Windströmung. Welch' eine Sicherheit für den Weltumsegler!

Hier ist nun die Frage am Platze: Was berechtigt denn das Vertrauen zur Entwickelung der Luftschiffahrt für den allgemeinen Verkehr durch wirklich brauchbare, nutzbringende Verkehrsmittel? Was belebt die Hoffnung, den Menschen, der seit Jahrtausenden durch das Gesetz der Schwere an den Boden gefesselt war, von diesem Boden abzuheben in einer für das Alltagsleben annehmbaren Weise? Wo ist die gesunde Grundlage dafür, dass die Luftschiffahrt sich in einer, für das nüchterne Geschäftsleben hinreichend sicheren Weise entwickeln wird und nicht vielmehr den Utopien zuzurechnen ist, deren gerechtes Schicksal der Untergang ist? Diese gerechtfertigte Cardinalfrage soll auf geschichlichem Boden nach zwei Richtungen hin beantwortet werden: im positiven und im negativen Sinne.

Der Wunsch, sich wie der Vogel in die Luft zu erheben, ist so alt, wie das Menschengeschlecht. Wenn der Dichter singt: „Doch ist es Jedem eingeboren, dass er hinauf und immer vorwärts dringt, wenn über uns im blauen Raum verloren, ihr schmetternd Lied die Lerche singt!“ so haben wir darin nicht nur eine poetische Redewendung zu erkennen, — es ist mehr als eine Dichter-Phantasie, es ist eine prophetische Sehergabe, die dem Sehnen der Menschheit die Erfüllung verheisst und wir stehen jetzt thatsächlich vor dieser Erfüllung. Sehen wir ab von den Mythen, welche höheren Wesen Flügel beilegten, die wir in bildlichen Darstellungen gar nicht so sehr unnatürlich finden und die einen Dädalos und Ikaros der Sonne nahe brachten, so wird uns doch aus alter Zeit berichtet, dass Archytas von Tarent eine hölzerne Taube construirte, die durch mechanische Mittel in der Luft schwebte. 1306 hat sich nach chinesischer Chronik in Peking ein Luftballon erhoben und verschiedene Mönche benutzten die klösterliche, beschauliche Ruhe zur Erfindung und Construction von Flugmaschinen. Die ganze Vorgeschichte der Luftschiffahrt lässt erkennen, dass man von jeher, bis auf unsere Tage nach zwei Richtungen hin thätig gewesen ist: in der Construction von Luftballons (Aëronautik) und in der Construction von Apparaten zum Einzelflug nach Art des Vogels (avis: Aviation). Die Construction von Luftballons und die Versuche, dieselben lenkbar zu machen, sollen hier unbesprochen bleiben, vielmehr soll nur die rein d y n a m i s c h e Luftschiffahrt nach Art der Vögel in Betracht bezogen werden.

Die Versuche, dem Vogel das Fluggeheimniss abzulauschen, sind deshalb so lange erfolglos geblieben, weil es in der Menschennatur liegt, am Einfachen rasch vorbeizugehen und die complicirtesten Mittel zu lösen. So haben falsche Voraussetzungen bei den Beobachtungen des Vogelfluges mit ge-

wirkt und es traten zu den falschen Voraussetzungen bei den Beobachtungen noch falsche Schlüsse.

Die Natur, diese unvergleichliche, nie irrende, immer nur mit den einfachsten Mitteln handelnde Lehrmeisterin, zeigt thatsächlich, dass die dynamische Luftschiffahrt von zahllosen, sehr zarten und schwachen Thieren (Biene, Mücke, Libelle) ausgeführt wird, dass sich anderer Seits recht schwere Thiere (Adler, Condor, Albatross) mit augenscheinlicher Leichtigkeit in der Luft bewegen, sonst liesse sich die lange Zeitdauer dieser Bewegung absolut nicht erklären, um so weniger, als gewissenhafte Untersuchungen dargethan haben, dass die Muskeln der fliegenden Thiere durchaus nicht mehr begünstigt sind, als die der gehenden, springenden, schwimmenden. Da der Vogel auf der Erde ganz genau dasselbe Gewicht hat, wie in der Luft, so wäre es aller Natur zuwider, wenn er die anstrengendere, schwerere Bewegung in der Luft der leichteren auf der Erde vorziehen sollte; es ist aber bei den meisten Vogelarten gerade umgekehrt: sie bewegen sich vorzugsweise in ihrem Element, in der Luft und ruhen nur auf der Erde: die Kraftanstrengung kann also keine ungebührliche sein, sie muss leicht sein für die Muskeln des Fliegers.

Die völlige Verkennung der Gesetze, welche die Natur des Vogelfluges bedingen, machte es natürlich unmöglich, irgendwie achtungswerthe Resultate zu erzielen. An dieser Stelle muss es genügen, nur die letzten Erscheinungen zu besprechen, mit denen literarisch und praktisch zunächst nur eine kleine Zahl Specialisten hervorgetreten sind. —

Es ist Otto Lilienthal, dem hier der erste Platz eingeräumt werden muss. In seiner Schrift: „Der Vogelflug als Grundlage der Fliegekunst“ ist eine Fülle von Experimenten und Messungen niedergelegt, die die höchste Achtung abringen und für welche die Geschichte der Luftschiffahrt ihm ein unvergängliches Denkmal setzen wird, denn er hat als Erster gezeigt, dass die Luft Menschen auf Flügeln trägt und wenn Stein und Eisen vergehen, in den Herzen Aller, die sich mit der Lösung und Ausbildung des grössten Problems für die Menschen bemühen, wird es ewig heissen: Ehre seinem Andenken, seinem Namen, Friede seiner Asche. Aber auch die edelherzigsten Regungen können nicht über die Thatsache hinweghelfen, dass Lilienthal nur im negativen Sinne gewirkt hat. Weil er seine Beobachtungen, seine Schlüsse und Constructionen nicht auf die w i r k l i c h e n, sondern nur auf die v o n i h m v e r m u t h e t e n Naturgesetze des Vogelfluges gründete, musste er seine geistige Arbeit zu Grabe tragen, seine Unternehmungen mit dem Leben büssen. Nach seinem eigenen Geständniss hat Lilienthal am Schlusse seiner 23jährigen Forschungen, dem Zeitpunkte der Herausgabe seines Werkes, noch keine solche Unterlage für die Fliegekunst geschaffen, auf der er selbst oder Andere weiter bauen könnten; er hatte bis dahin kein einziges Experiment mit einer wirklich f r e i e n Fläche gemacht. Er ist sich über die Wirkungsweise des Luftdruckes auf freie

Flächen bis dahin nicht klar geworden, denn sonst konnte er nicht bei alltäglichen, völlig natürlichen Luftdruck-Erscheinungen in Bewunderung ausbrechen und unwesentlichen Dingen eine Wichtigkeit beilegen, die ihn blendete, dass er dass Wesentliche in der Flug-Mechanik nicht erkannte. So muss Herr von Schweiger-Lerchenfeld Recht behalten: „Interessant bleibt" Lilienthals Werk doch, „denn er zeigt, wie wir es nicht machen müssen, wenn wir das Flugproblem lösen wollen."[1]) Für seine blinden Nacheiferer aber muss gesagt werden, dass die Natur auch in mechanischer Beziehung eine Meisterin ist, und dass sie auch hier mit den denkbar einfachsten Mitteln die denkbar grössten Erfolge zu erzielen weiss. Sie bildet weder zu viel, noch zu wenig — was sie schafft, das hat seinen vollen Zweck, und ohne Zweck schafft sie nichts. Während in der Flugmechanik der gelehrteste Gelehrte über den kleinsten Stein stolpern kann, irrt die Natur niemals. Es ist den hochwissenschaftlichsten, mit mathematischen Formeln verbrämten Resultaten des Gelehrtesten nicht zu trauen, wenn seine Ergebnisse nicht mit der Natur übereinstimmen. Der Gelehrte kann sich in Tausend ganzen Zahlen tausendmal verrechnen, ehe die Natur nur ein einziges Mal, nur in einem Bruchtheilchen ein falches Facit hervorbringt; sie ist und bleibt in jeder Beziehung der höchste Gerichtshof, auf dessen Urtheil wir, unbesorgt um Fehlgriffe, ruhig schwören können. Man sieht aber auch, dass eine Erfindung sich ihren Erfinder nicht immer in der Fachwissenschaft aussucht und sich an keine Kaste bindet und dass es wider Recht und Natur ist, wenn sogenannte Fachmänner oder Mitglieder wissenschaftlicher Disciplinen es für ein Attentat auf ihre Autorität halten, wenn ein Laie in ihrem Revier eine Entdeckung macht. Die Vorsehung schliesst das Reich der Intelligenz nicht ab wie einen privaten oder staatlichen Forst, in dem nur angestellten Jägern erlaubt ist die Spur von Edelwild zu entdecken; in den Gründen des Reviers der Intelligenz giebt es keine Wilderer, — da kann Jeder jagen.

Ist O. Lilienthal der Vertreter der Richtung, die uns auf dem Gebiete der Flugfrage theoretisch-negativ gefördert hat, so sind Andere in ihren Anschauungen glücklicher gewesen, und darunter ist Carl Buttenstedt in Rüdersdorf bei Berlin der Repräsentant theoretisch-positiven Schaffens. Seinem gesunden, auf vorurtheilsfreien, unbefangenen und gewissenhaften, langjährigen Beobachtungen beruhenden „Flugprincip"[2]) stehen bereits bedeutende Männer der Wissenschaft, hervorragende Lehrer technischer

---

[1]) Dass wir mit der Anführung v. Schweiger-Lerchenfeld's, der bekanntlich so ziemlich über Alles schreibt, als competenten Kritikers von Lilienthal's Lebensarbeit ganz besonders wenig einverstanden sind, brauchen wir wohl kaum hervorzuheben. Die Red.

[2]) Das Flug-Princip. Eine populär-wissenschaftliche Naturstudie als Grundlage zur Lösung des Flug-Problems von Carl Buttenstedt. Selbst Verlag in Rüdersdorf bei Berlin, mit 50 Zeichnungen, 5,60 Mark brochirt.

Hochschulen und fachmännische Zeitschriften zur Seite. Ohne die lange Reihe von Autoritäten auch nur annähernd zu erschöpfen, sollen hier nur einige Namen genannt werden: Rudolf Meves, Physiker, Ingenieur und Lehrer des Technikums Mittweida, früher wissenschaftlicher Assistent der technischen Hochschule Charlottenburg, W. Bosse (Wien in der Zeitschrift für Luftschiffahrt), Dr. Krause (im Morgenblatt), Professor Ritter von Miller-Hauenfels, Docent der Maschinenbaukunde, Geheimrath Professor Pisko, der Physiologe Dr. med. Georg Berthenson in Petersburg, Dr. med. Otterbein, Chef des Kurhauses „Landhaus" zu Eberswalde u. v. A. — v. Helmholtz wurde durch allzu frühen Tod abberufen, um sich abschliessend in seiner Beurtheilung der Buttenstedt'schen Forschungen äussern zu können, er schrieb aber ausdrücklich: „Die Theorie des schwebenden Fluges scheint richtig gelöst zu sein." Nun, Erfindungen binden sich weder an Zeit, noch Namen, noch einzelne Personen. Durch die Versuche Lilienthal's, Langley's, Hargrave's und Maxim's ist bewiesen, nicht theoretisch, sondern praktisch, dass die Luft auf Flugflächen grosse Lasten trägt und zwar bei Maxim 4000 kg mit solcher Energie, dass die über dem Apparat angebrachten Sicherheitsschienen zerbrachen und der weiter fliegende Apparat auf einer nahen Wiese sich zu Boden senkte. — Professor Langley flog eine englische Meile weit horizontal ohne jede Störung, ein junger Ingenieur zwar nur 250 m, aber im Halbkreise. Diese Resultate bezeichnen einen sicheren Schritt in der Luft, wenn auch nur im Rohbau, da sie noch nicht im entscheidenden Sinne der Buttenstedt'schen Theorie gemacht wurden, aber es steht unumstösslich fest, dass die Tragfähigkeit der Luft durch eine richtige Flugmethode gezwungen werden kann, die schon getragenen Lasten weiter zu führen. Ein so hochbegabter, praktisch hervorragender Mann, wie der verstorbene Generalpostmeister Stephan schreibt: „Wer wollte angesichts so vieler wunderbarer und oft ganz plötzlich gemachter Erfindungen verneinen, ob es nicht in näherer oder fernerer Zukunft dem Menschengeiste gelingen wird, entweder eine der Kräfte, wie die Elektricität, den Magnetismus, die Wärme, die Expansionsfähigkeit der Gase für den fraglichen Zweck (die Luftschiffahrt) entsprechend abzurichten, oder aber eine neue, bisher noch schlummernde Kraft, vielleicht mit Hilfe des Zufalls zu entdecken, welche ohne besondere Zurichtung allen bezüglichen Anforderungen genügt. Von diesem Standpunkte aus, der in der Geschichte der Erfindungen, in dem Zutrauen auf die Macht der Forschung und in dem Glauben an den Fortschritt der Menschheit seine Berechtigung findet, darf der Luftschiffahrt jedenfalls eine günstige Zukunft prophezeit werden." u. s. w. (Weltpost und Luftschiffahrt). Stephan ist auch für die Förderung der Flugfrage zu früh gestorben, — hoffen wir auf einen ähnlichen Nachfolger in seinem Amte! —

Aus keiner Feder ist eine klarere, für Jedermann verständlichere Darlegung des Buttenstedt'schen Flug-Princips geflossen, als aus der Feder

des Ingenieurs W. Berdrow in der Beilage zur Allgemeinen Zeitung — München, Freitag den 11. März 1892, zu Nr. 71 (Beilage Nr. 60). Aus dem Aufsatz: „Das Problem der Flugkunst" soll daher Folgendes wörtlich mitgetheilt werden:

„Ein reichliches Jahrhundert nun hat die Aëronautik mit kärglichen Erfolgen ihr Dasein gefristet; jetzt endlich, da die Hoffnungen, die auf sie gesetzt wurden, mehr und mehr verblassen, wendet man sich dem uralten Princip des Vogelfluges wieder zu. Und in der That, welch' ein Unterschied zwischen dem ungefügen, mit grossem Aufwand an Complicirtheit und Kraftentwicklung das denkbar Geringfügigste leistenden Luftballon[1]) einerseits und der Taube andrerseits, die mit ihrem einfachen Flügelapparat und ihren winzigen Muskelkräften, den Eilzug überholend, zwölf Meilen und mehr in der Stunde zurücklegt, ohne merklich zu ermüden! Allerhand wunderliche Theorieen sind erfunden worden, um die ausserordentliche Fortbewegungskraft der Vögel zu erklären; bald sollte ihre Flugmuskulatur gegen das Körpergewicht unverhältnissmässige Dimensionen besitzen, bald hielt man den anatomischen Bau des Vogelleibes, vor allem die hohlen Knochen, für den Hauptgrund des Flugvermögens, andere schrieben dem Winde den Löwenantheil an der Bewegung der Vögel zu, und im Grunde genommen war man doch einig in der Ansicht, dass noch ein geheimnissvolles, allen theoretischen Ueberlegungen und praktischen Beobachtungen zum Trotz unaufgeklärtes Etwas eine grosse, vielleicht die Hauptrolle beim Vogelfluge spielen müsse. Parseval, Miller-Hauenfels, Mewes, Lilienthal, Marey, der uns gleich Anschütz, ein reiches Material an Momentaufnahmen gesammelt hat, das sind Namen, die mit der Entwicklung der Flugtechnik eng verknüpft sind. Während seit Jahrzehnten mit mehr oder weniger Emphase eine Nachricht nach der anderen von „lenkbaren Luftballons" und ihren Erfindern durch die Blätter ging, arbeiteten diese Männer, und mit ihnen Andere, rastlos an der Erforschung der Geheimnisse des Vogelfluges, und mehr und mehr, besonders seit der Erfindung der Momentphotographie, die uns am fliegenden Vogel die Stellung jeder einzelnen Feder verräth, gelang es ihnen, der Mechanik des Fluges Herr zu werden. Dr. Müllenhoff widerlegte das lange geglaubte Märchen von der anormalen Muskulatur der Flugthiere, seine anatomischen Untersuchungen lieferten den Beweis, dass ein Vogel verhältnissmässig nicht

[1]) Herr Berdrow kann hier nur die Projecte zu lenkbaren Luftballons meinen; der gewöhnliche Luftballon ist nicht complicirt, sondern ungeheuer einfach, entwickelt gar keine Kraft, sondern fliegt mit dem Winde und hat auch gar nicht die Aufgabe, als Transportmittel zu dienen, sondern uns in mehr oder weniger erhebliche Höhen hinaufzutragen. Bei der vielfach gebräuchlich gewordenen Verspottung des Luftballons wird diese Thatsache und die grosse Bedeutung, die derselbe dadurch für die Wissenschaft und die Kriegführung gewonnen hat, vollständig übersehen, oder verschwiegen. Die Red.

mehr Muskelkraft besitzt wie ein Mensch; andere Forscher beschäftigten sich auf's eingehendste mit der Form und Bewegung des Flügels, seiner Stellung bei verschiedenen Flugarten, der Wirkung des Windes auf ihn u. s. w. Miller von Hauenfels endlich unterzog das Phänomen des Gegen-den-Wind-fliegens einer genauen Untersuchung, und gelangte zu dem Ergebniss, dass der sogenannte Segelflug, eine leicht wellenförmige Bewegung des Vogels, durch eigenthümliche Flügelstellung aus einem gegen die Fluglinie gerichteten Winde so viel Arbeitskraft zu schöpfen vermag, dass der Vogel seinerseits kaum noch eine wesentliche Muskelleistung hinzuzufügen nöthig hat. So reihte sich eine Entdeckung an die andere, jede einzelne ward an der Hand einer Menge von trefflichen Momentaufnahmen modificirt, berichtigt und zur Gewissheit erhärtet, bis es endlich in den letzten Jahren Buttenstedt gelang, durch eigene Hypothese das noch Fehlende zu ergänzen und in den theoretischen Bau der Flugmechanik den letzten Stein einzufügen.

„Buttenstedt geht zunächst davon aus, dass das Hauptmoment der Flugbewegung weder im Winde, noch auch im Flügelschlage beruhen könne, denn sonst müsste Wind und Flügelschlag wahrnehmbar sein, so lange nur irgend ein Vogel im Fluge die Luft zertheilt. Das ist aber nicht der Fall, „der Vogel fliegt mit gleicher Vehemenz, ob es windstill ist, oder ob es stürmt, regnet oder schneit, ob Wind rechts, links, von hinten oder von vorne ist, ob er mit den Flügeln schlägt, ob er sie still hält, ja der Albatros soll nicht einmal einen regelrechten Flügelschlag ausführen können und fliegt doch tagelang über den Wassern." (Buttenstedt: Das mechanische Princip des Fluges. Stein der Weisen, Jahrgang III.) Nein, der eigentliche Ursprung der Flugkraft muss ohne alles Zuthun des Vogels oder der umgebenden Luft, gleichsam automatisch ununterbrochen wirksam sein, er muss unabhängig sein von Wind und Flügelschlag und jedem Vogel innewohnen, so lange er sich schwebend in der Luft befindet. Buttenstedt glaubt, und alle Beobachtungen und Erfahrungen geben ihm Recht, eine solche Ursache gefunden zu haben und zwar in dem Zusammenwirken der Schwere des Thieres und der Elasticität seiner Flügelfedern. — Die Schwere, so fragt man sich anfangs erstaunt, soll den Vogel zum zum Fliegen befähigen? Sie, die sonst gerade das Gegentheil bewirkt, und die Körper zu Boden zieht? Und doch lässt sich gegen Buttenstedt's Theorie nichts einwenden, ja der Beweise für ihre Richtigkeit sind so viele und zwingende, dass man ihm bei genauer Prüfung unbedingt Recht geben muss. An und für sich betrachtet, bewirkt allerdings die Schwerkraft den freien und senkrechten Fall des ihrer Macht anheimgegebenen Körpers, und auch das Vogelleben bietet uns Beispiele für diese Wirkung. Die Feldlerche, die eben noch jubilirend in die Höhe stieg, und nun plötzlich, mit eingezogenen Flügeln, wie ein Stein niederfällt, der Raubvogel, der in der Höhe unbeweglich

stillstehend, sein Opfer erkoren hat, um dann mit Blitzesschnelle lothrecht auf dasselbe hinabstürzt, sie überlassen sich einfach den Folgen der Schwerkraft. [Kurz: jeder todte Vogel fällt nach den Gesetzen der Schwere.] Anders aber, wenn ein Vogel seine Schwere bei ausgebreiteten Flügeln auf sich wirken lässt; allerdings wird er auch jetzt zu sinken beginnen, doch wirken die Flügel sofort wie ein Hemmschuh dem Falle entgegen, sie finden einen nicht geringen Luftwiderstand, und der Erfolg ist derselbe, als ob von unten her mit einer gewissen Stärke der Wind gegen die Flügel bliese. Welche Kraft aber der Wind auf bewegliche Flächen, die seinem Anprall ausgesetzt sind, auszuüben vermag und in welcher Weise er die ihm innewohnende Bewegung auf solche Flächen überträgt, das lehrt uns ein Blick auf die kreisende Flügel der Windmühle oder auf die geblähte Leinwand des Segelbootes (-Schiffes). Der Mühlenflügel, wie das Segel stellen sich dem Winde mit einer etwas schräg geneigten Fläche entgegen und beiden ertheilt die Luftströmung den Antrieb zu einer Bewegung, die nicht mit der Richtung des Windes übereinstimmt, sondern zu ihr schief oder rechtwinklig, ja ihr beim Segelschiff manchmal nahezu entgegengesetzt ist. Ursprünglich natürlich hat der Winddruck das Bestreben, den getroffenen Körper einfach vor sich herzuschieben, da ihm dies aber bei der Mühle die feste Stellung des ganzen Bauwerkes, beim Boote der Stand des Steuerruders verbietet, so bricht er seine ganze Kraft an der schrägen Fläche, schiebt dieselbe gleichsam bei Seite, und so entsteht die Drehung der Mühlenflügel, so das Fortschreiten des Segels, dem das Boot selbstverständlich folgen muss. Ganz ähnlich liegt nun die Sache beim schwebenden Vogel.

„Auf welche Weise hier der Luftdruck gegen die Flügel entsteht, wurde bereits erklärt, die Schwere erzeugt selbstthätig eine ununterbrochene Pressung gegen die Flügel und der ganze Unterschied ist, dass die Richtung dieses Luftdruckes von unten nach oben geht, während die des Windes horizontal verläuft; dem entspricht die verticale Richtung des Schiffssegels gegenüber der horizontalen des Vogelflügels. Den Beweis für das Vorhandensein und die Wirksamkeit dieses verticalen Luftdruckes liefert uns die Natur unaufgefordert. Wenn wir viele Flugthiere häufig minutenlang, ja manchmal zehn Minuten und viertelstundenlang, gleichviel ob bei bewegter oder unbewegter Luft ruhig und graciös, ohne einen einzigen Flügelschlag, ihre Kreise ziehen sehen, so müssen wir gestehen, dass hier schlechterdings keine andere Kraft thätig sein kann, als die Schwere. Noch mehr! es giebt, und zwar unter den geschicktesten Fliegern, Vögel, die am Boden so hülflos, wie in der Luft behende sind. So ist die schwarze Thurmschwalbe, einmal an der Erde befindlich, nicht fähig, sich aus eigener Kraft emporzuschwingen. Warum? Weil ihr das treibende Moment der Schwere fehlt, denn ihr Gewicht wird jetzt vom Boden getragen und neutralisirt. Sie schlägt wohl ängstlich mit den Flügeln, kommt aber nicht in die Höhe. Anders, wenn sie auf einem Baume oder Dachrand sitzt,

zwar ist auch jetzt ihre Schwerkraft latent, aber das Thier braucht sich nur fallen zu lassen, um sofort im Besitz seiner Flugkraft zu sein, wie es dieselbe auch erlangt, sobald wir es vom Boden aufnehmen und in die Höhe werfen. Buttenstedt erwähnt noch das Beispiel eines Raubvogels, der nach seiner eigenen und der Beobachtung Anderer während eines heftigen Sturmes mit ausgebreiteten Flügeln regungslos, ohne zu steigen oder zu fallen, in der Luft schwebte, und knüpft daran die Bemerkung, dass das Thier, lediglich der Wirkung des Windes preisgegeben, doch von demselben, und zwar mit rapider Geschwindigkeit, hätte fortgerissen werden müssen. Dies geschah nun nicht und andererseits sah man deutlich, dass der Vogel keines einzigen Flügelschlages bedurfte, um sich auf seinem Platze zu behaupten; was anders als die eigene Schwere konnte ihn also hierzu befähigen? Und weiter: ist das Stillstehen des Thieres in der heftig an ihm vorbeisausenden Luft nicht gleichwerthig einer ebenso raschen Fortbewegung in ruhender Luft? Die Arbeit, die zu beidem nöthig ist, bleibt offenbar dieselbe, und die Erfahrung lehrt in diesem Fall, dass eine solche Arbeit von dem Vogel ohne einen Flügelschlag geleistet werden kann. Nun wirft sich freilich von selbst die Frage auf: Wie macht es der Vogel möglich, dass sich seine Schwerkraft fortwährend, etwa stundenlang, in Horizontalbewegung umsetzt? Die Schwere schafft wohl den arbeitleistenden Luftdruck, aber sie schafft ihn doch nur im Sinken, nur so lange sich unter den concaven Flügeln des gewissermaassen fallenden Thieres die Atmosphäre verdichtet! Mithin muss mit dem Fliegen ein Sinken verbunden sein, der Flug kann nicht horizontal, er muss schräg nach unten gerichtet sein! — So ist es in der That; aus der blossen Schwerkraftarbeit könnte ein reiner Horizontalflug niemals resultiren, sondern nur eine geneigte Fluglinie, und dennoch vermag der Vogel sein Gewicht andauernd auszunutzen, ohne dabei zur Erde zu sinken.

„Aus mehreren Gründen! Einmal müssen wir uns gegenwärtig halten, dass die Arbeit, welche die Fortbewegung des Vogelkörpers benöthigt, eine geringfügige ist. Es gilt dabei nur den Widerstand der Luft zu besiegen, und dazu gehört bei der schlanken, hierzu ganz besonders disponirten Form der Flugthiere herzlich wenig; man darf dabei beileibe nicht an die Reibung und Bewegung eines Schiffes im Wasser, eines Wagens auf dem Strassenpflaster oder auch nur der Locomotive auf den stählernen Schienen denken. Freilich die ungeheure Fläche eines Luftballons belastet der Wind in arger Weise und auch der Flug des Adlers müsste erlahmen, wenn er einen gasgefüllten Ballon, und wäre er von den kleinsten Dimensionen, nach sich schleppen sollte, aber die winzigen Quadratzolle Widerstand, welche ein Vogelleib dem Winde entgegenstellt, sind bald überwunden, so dass zu einer ausgiebigen Horizontalbewegung eine verhältnissmässig geringfügige Senkung vollkommen genügt. Nun aber gilt es, auch diese kleinen Senkungen alsbald wieder zu neutralisiren, denn auch sie würden offenbar mit

der Zeit den Vogel zur Erde hinabzwingen, und da greift denn die Muskelkraft des Vogels ein, hier beginnt die Flügelarbeit. Jeder nach unten geneigte Flügelschlag hebt den Körper ein wenig, sowie auch uns eine minimale Muskelarbeit — etwa um eine Treppenstufe — emporhebt, und so gestaltet sich der ganze Flug zu einem fortwährenden Wechselspiel zwischen der Schwere, die den Vogel vorwärts, und der Muskelkraft, die ihn aufwärts treibt. Wie geringfügig diese Flügel-Arbeit ist, lehrt wieder ein Blick auf die Momentaufnahmen fliegender Vögel, die ganze Fluglinie stellt eine Curve von kleinen Bögen dar, von denen jeder einzelne einem Flügelschlage entspricht. Jedesmal, wenn sich der Körper in seiner tiefsten Lage befindet, sind die Flügel im Hochstand, d. h. beginnen sie ihre Arbeit; wenn sie einen Augenblick später ihren tiefsten Stand haben, so nehmen wir wahr, dass sich der Körper des Vogels so weit gehoben hat, dass die während des vorigen Flügelschlages in Horizontalarbeit umgesetzte Senkung wieder gedeckt ist. So beim wagerechten Fluge; es ist klar, dass der Vogel, um schräg nach unten oder oben zu fliegen, nur nöthig hat, etwas weniger oder etwas mehr Flügelarbeit zu leisten, als bei der Horizontalbewegung. Ist aber ein schräg nach oben gerichteter Flug überhaupt möglich, — und dass er möglich (ja sogar geboten! Weisse.) ist, lehrt uns alle Tage der Augenschein —, so ist damit bewiesen, dass der Vogel mehr Muskelkräfte besitzt, als er zum Fluge eigentlich bedarf, er kann also, wenn er auf die ansteigende Flugrichtung verzichtet, diese überschüssige Flugkraft anderweitig verwenden, er kann damit, indem sein Flügelschlag sich nicht mehr lothrecht nach unten, sondern etwas nach hinten richtet, den wagerechten Flug beschleunigen.

„Endlich geht Buttenstedt noch des genaueren auf eine anatomische Eigenthümlichkeit der Flugthiere ein, welche als hervorragend wichtig für das Flugvermögen hervorgehoben zu haben, sein besonderes Verdienst ist, wenn er auch nach unserer Ansicht in der Werthschätzung seiner Entdeckung etwas zu weit geht (diese Meinung theile ich nicht! Weisse.); er führt nämlich die Elasticität der Schwungfedern als grundlegendes Moment in die Flugtheorie ein. Beweisend sind auch hier wieder zahlreiche Momentaufnahmen, welche einen merkwürdigen Unterschied zwischen der Stellung der Schwungfedern beim stehenden und andererseits beim fliegenden Vogel zeigen. Die Schwungfedern des stehenden Storches z. B. sind leicht nach hinten gekrümmt, wie auch jede lose Feder diese Richtung des Kiels hat, aber dieselben Federn richten sich alsbald concav nach vorn, wenn der Vogel schwebt und der Luftdruck von unten auf die Flügel wirkt: sie befinden sich jetzt im Zustand elastischer Spannung. Diese Spannung in den Flügeln während des Fluges kann die Natur nicht umsonst angeordnet haben.... Da die Natur die wahrnehmbare Spannung in den Flugorganen gebildet hat, so muss sie auch zu Gunsten des Fluges gebildet sein, und da die Horizontalspannung in den Schwungfedern deutlich erkennbar an-

geordnet ist, so muss diese Anordnung auch zu Gunsten einer horizontalen Wirkung getroffen sein."

Buttenstedt sieht sogar in dieser elastischen Spannung den Hauptgrund für die ganze Flugkraft; der Luftdruck richtet nach ihm die Spitzen der Schwungfedern nach vorn, so entsteht die der Ruhelage entgegengesetzte, nach vorn concave Stellung jedes einzelnen Federkiels; diese aber sucht sich, der natürlichen Lage des elastischen Materials entsprechend, auszugleichen und reisst dabei den Körper des Vogels in horizontaler Richtung nach sich, daher der horizontale Flug. — Wie oben gezeigt wurde, ist derselbe auch als einfache Folge der Flügelstellung und des Flügelschlages denkbar, aber ohne Zweifel wird er durch das elastische Material der Schwungfedern noch verstärkt und beschleunigt, und besonders scheint mir bei dem oft lange anhaltenden, ohne Flügelschlagen ausgeführten wagerechten oder doch nahezu wagerechten Schweben die Elasticität der Federn eine grosse Rolle zu spielen.

So also erklärt sich das Geheimniss des Vogelfluges, in einer Weise offenbar, die uns zu grossen Hoffnungen berechtigt und zu frischem Beschreiten des angedeuteten Weges mit dem Rüstzeug der modernen Technik auffordert. Schwerkraft in erster, Muskelkraft und elastisches Material in zweiter Linie befähigen den Vogel zum Fliegen: nun wohl, die Schwere besitzen wir, dass unsere Muskeln denen der besten Flieger nicht nachstehen, ist erwiesen, das elastische Flügelmaterial aber wird unsere Technik uns bereiten, — wir stehen am Anfang eines neuen Schaffens auf technischem Gebiete, und das Ziel dieses Schaffens ist nicht mehr der unmögliche lenkbare Ballon, sondern die sehr wohl mögliche, wenn auch von unsern Nachkommen erst vollendete Flugmaschine. Der Gedanke wird Manchem absurd erscheinen, aber ist's nicht so gewesen vor Erfindung der Locomotive und des Dampfschiffes? Und wie dort die Zweifler bekehrt sind, so werden sie es auch hier werden. Die Locomotive überholt den schnellsten Läufer, das Dampfschiff den hurtigsten Schwimmer, die Flugmaschine wird es dem besten Segler der Lüfte zuvorthun.

Noch mehr, wenn den Menschen seine Schwere erst durch die Luft dahinträgt, so wird es kein Hinderniss geben, fortan die grössten Lasten auf dem Luftwege zu transportiren, denn je grösser das Gewicht, um so besser die fortbewegende Kraft, wenn man nur die Flugflächen gross genug bemisst und so viel mechanische Kraft in der Transportmaschine concentrirt, um das Sinken des schwebenden Körpers durch eine entsprechende Hebearbeit zu neutralisiren. Das und kein anderer ist der Weg, welcher der modernen Flugtechnik vorgezeichnet ist.

Die leichte Luftwelle hat ihren zarten Nacken dem Joche des Menschen noch nicht gebeugt, aber sie zeigt uns doch seit altersher, dass sie Milliarden von Leibern trägt, die alle schwerer sind, als sie, denn auch die todte Mücke fällt zur Erde und wird nicht von dieser Luft getragen,

— warum grade sollte nicht auch der erfindungsreiche Mensch, diese Krone der Schöpfung, mit derselben mechanischen Energie und mit Hilfe desselben Flugprincips über alles Irdische hinwegfliegen, wie der König unter den Vögeln, der an Muskelkraft dem Menschen nur gleich, aber keineswegs im Verhältniss überlegen ist.

Den Schluss dieser Betrachtung soll ein Wort M. M. von Weber's bilden aus seinem schätzenswerthen Werkchen: „Die Entlastung der Kulturarbeit durch den Dienst der physikalischen Kräfte"; es heisst dort:

„Die Oceandampfer, die Eisenbahnzüge, das sind die Weberschiffe, deren Hin- und Wiederschiessen unablässig am lebendigen Kleide der von der Körperarbeit mehr und mehr befreiten Menschheit webt, und die Parallelinien der Eisenbahngeleise, der Telegraphendrähte, das sind die Notenlinien, auf welche die in der Technik verkörperten, inductiven Wissenschaften bereits ihre Jubel-Ouvertüren der Zukunft geschrieben haben, und auf der sie dereinst, nach neuen Siegen im Kampfe für die Befreiung des Geistes vom Körpergewicht — durch die Luftschiffahrt — auch ihre Symphonia Eroica schreiben werden."

Wir stehen vor der Pforte der Erkenntniss, dass das Princip des Vogelfluges der Natur richtig abgelauscht ist; treten wir ein in diese Pforte durch die technische Lösung der Flugfrage mit den Mitteln, über die wir gebieten und in der weiten Halle der Erkenntniss wird der Ruf laut ertönen: „Wer hätte das gedacht, dass das Fliegen so leicht ist!" (Buttenstedt.)

Deutscher Verein zur Förderung der Luftschiffahrt zu Berlin.

Verzeichniss

der vom Verein seit Juni 1897 mit seinen beiden Ballons: „Sportpark Friedenau I und II" bis jetzt veranstalteten Vereinsfahrten.

1897.

No.	Datum	Führer	Mitfahrende	Ort u. Zeit der Landung
1	18. Juni 4^{37} Nachmittags	Herr Pr.-Lieutn. Neumann	Herr Berson „ Ltn. v. Kleist „ Pr.-Ltn. Guse	Alexanderhof b. Prenzlau, 7^{24} Abends.
2	20. Juni 8^{0} Nachmittags	Herr Berson	Herr Pr.-Ltn. v. Tiedemann „ Dr. Süring „ Ingenieur Lentz	Neuenhagen a. Ostbahn, 8^{57} Nachmittags.
3	27. Juni 4^{46} Nachmittags	Herr Berson	Herr Frhr. v. Ziegler „ Ingen. Lentz „ stud. Bergner	Wustermark a. Lehrter Bahn, 7^{26} Abends.

No.	Datum	Führer	Mitfahrende	Ort u. Zeit der Landung
4	9. Juli 10⁰ Abends	Herr Pr.-Lt. v. Siegsfeld. Nachtfahrt	Herr Ingen. Lentz	Falkstädt bei Jarotschin (Posen), 10. Juli 1³⁰ Vormittags.
5	9. Juli 10⁰ Abends	Hr. Pr.-Lt. v. Leckow I. Nachtfahrt.	Herr Graf Kessler „ Pr.-Lt. Freiherr von Richthofen	Kalisch, Russ. Polen.
6	18. Juli 5⁰ Nachmittags	Herr Berson	Herr Fabrikbesitzer Henneberg „ Kap.-Lt. Lans	Neubrück bei Briesen, 9⁵ Nachmittags.
7	1. August	Herr Lt. v. Bötticher	Herr Prof. Börnstein „ Dr. Salle „ Pr.-Lt. Andreae	Liepe bei Baruth i/Mark.
8	5. August	Hr. Pr.-Lt. v. Siegsfeld	Herr E. Surcouf-Paris MadameSurcouf-Paris	bei Rathenow.
9	8. August	Hr. Pr.-Lt. v. Kehler	Hr. Reichstags-Abg. Dr. Brömel „ Chales de Beaulieu	bei Oranienburg.
10	12. Aug. 6¹⁵ Nachmittags	Herr Pr.-Lt. v. Kehler	Hr. Hptm. v. Tschudi Fräul. v. Kehler „ Baum	bei Fürstenwalde, 7⁴⁵ Nachmittags.
11	18. Aug. 5⁰ Nachmittags	Herr Pr.-Lt. Andreae	Herr Ltn. Strubel „ „ Pfitzner „ „ Osterroth	Klobbicke bei Biesenthal, 7⁴⁵ Nachmittags.
12	21. Aug. 10⁰ Nachmittags	Herr Pr.-Lt. v. Siegsfeld. Nachtfahrt.	Herr Pr.-Lieutn. Graf Magnis „ Lt. v. Kummer	Mychuschin bei Carthaus, nahe Danzig, 22. Aug. 10³⁰ Vormittags.
13	25. Aug. 8⁰ Vormittags	Herr Pr.-Lt. v. Winterfeldt	Herr Lieutn. Veit	bei Wismar, hart an der Ostsee, 5⁴⁵ Nachmittags.
14	28. Aug.	Hr. Lieutn. Cetto	Hr. E. Bartenwerffer „ H. Bartenwerffer	Falkenberg bei Berlin.
15	28. Aug.	Hr. Prem.-Lt. Graf zu Solms-Sonnenwalde. Nachtfahrt	Hr. Ltn. Graf Stollberg-Stollberg „ Lt. Frhr. v. Stotzingen	bei Prenzlau, 29. August, 4³⁰ Vormittags.
16	3. Oktbr. 3¹³ Nachmittags	Hr. Pr.-Lt. v. Kehler	Hr. Geh. Rath Fromm „ Kap.-Lt. Souchon „ Otto Fiedler	bei Heiligensee, hinter Tegel, 6³⁵ Nachmittags.
17	3. Oktbr. 5⁰ Nachmittags	Hr. Pr.-Ltn. Graf zu Solms-Sonnenwalde	Hr. Dr. Brömel „ Kap.-Ltn. Lans „ Fabrikbesitz. Riedinger	bei Spandau, 6²⁵ Nachmittags.
18	10. Oktbr. 2³⁰ Nachmittags	Hr. Dr. Süring	Hr. Dr. Stade „ Director Merten	Wulkow bei Frankfurt a./O., 5⁴⁰ Nachmittags.

No.	Datum	Führer	Mitfahrende	Ort u. Zeit der Landung
19	17. Oktbr.	Hr. Pr.-Ltn. v. Siegsfeld	Hr. Lieutn. Schulze „ „ Strauss „ Ingenieur Egger	bei Klein-Beeren.
20	31. Oktbr. 12⁵⁰ Nachmittags	Hr. Pr.-Ltn. v. Kehler	Hr. Referendar von Thermo „ Dr. Schön „ Graf von Arnim	bei Fürstenwalde, 4⁴⁵ Nachmittags.

1898.

No.	Datum	Führer	Mitfahrende	Ort u. Zeit der Landung
1	30. Jan. 1¹⁰ Nachmittags	Hr. Pr.-Ltn. v. Kehler	Hr. Kunhardt „ Fabrikbes. Thyssen jr. „ Assessor Plehn	Tschicherzig bei Züllichau, 3¹⁰ Nachmittags.
2	18. Febr. 11³⁵ Vormittags	Hr. Berson	Hr. P. L. Märcker Frau „ „ Hr. Ltn. Hildebrandt	Dohnafeld, Kreis Schievelbein in Pommern, 5⁸ Nachmittags.
3	10. März 9⁵ Vormittags	Hr. Hauptm. Gross	Hr. Kap.-Lt. Lans „ „ Souchon	Klein-Schönwalde bei Greifswald, 5⁰ Nachmittags.
4	13. März 10¹⁰ Vormittags	Hr. Pr.-Ltn. v. Siegsfeld. Nachtfahrt	Hr. Graf von Zeppelin, Excellenz „ Ingen. Vianello „ stud. Bergner	erste Landung am 13. März 5⁰ Nachmittags in Birkholz bei Bernau; zweite Landung am 14. März um 9⁰ Vormittags bei Meseritz.
5	3. April 1⁰ Nachmittags	Hr. Ltn. v. Kleist	Hr. Pr.-Lt. v. Massenbach „ Ltn. v. Natzmer	Sellesen bei Spremberg, 5³⁰ Nachmittags.
6	4. April 10⁰ Vormittags	Hr. Pr.-Ltn. v. Siegsfeld	Hr. Fabrikbes. Halbach „ E. Bartenwerffer „ H. Bartenwerffer	Göritz bei Frankfurt a O., 2⁰ Nachmittags.
7	9. April 11³⁵ Vormittags	Hr. Pr.-Lt. v. Leckow I.	Hr. Lieut. v. Breitenbauch. „ Dr. Wang „ Ltn. v. Dresow	Cunersdorf bei Wriezen a./O., 3⁰ Nachmittags.
8	1. Mai 3⁰ Nachmittags	Hr. Cap.-Lt. Souchon	Hr. Lieutn. Rösing „ Architect Wisniewski „ Fabrikbes. Thyssen jr.	Stolzenhagen bei Oranienburg, 6¹² Nachmittags.
9	19. Mai 1⁴⁸ Nachmittags	Hr. Pr.-Lt. v. Leckow I.	Hr. Ltn. v. d. Goltz „ „ v. Altrock III. „ Dr. jur. Russell	Thüritz b. Brunau, Kreis Salzwedel, 5²⁰ Nachmittags.
10	21. Mai 10⁰ Vormittags	Hr. Prem.-Lt. v. Winterfeldt	Herr Major Freiherr von Roeder „ Prem.-Lt. Frhr. von Schrötter	Ringenwalde (i. d. Uckermark), 4⁰ Nachmittags.

No.	Datum	Führer	Mitfahrende	Ort u. Zeit der Landung
11	29. Mai 8^{10} Nachmittags	Hr. Pr.-Lt. v. Leckow I. Nachtfahrt	Hr. Dr. Wang „ „ Zangemeister „ Ltn. v. d. Lippe	Erste Landung am 29. Mai 8^{38} Nachm. in Staakow bei Lübben; zweite Landung am 30. Mai 7^{0} Vormittags in Bischofsruh bei Frankfurt a./Oder; dritte Landg. am 30. Mai 9^{30} Vormittags in Alt-Limmritz bei Sonnenberg nahe Cüstrin.
12	8. Juni 2^{39} früh	Herr Berson. Internationale wissenschaftliche Fahrt	Niemand Höhe 5480 Meter	Hof Bräsegard bei Hagenow (Meckl.-Schwer.), 4^{10} Nachmittags.
13	8. Juni 8^{53} Vormittags	Hr. Dr. Süring. Internationale wissenschaftliche Fahrt	Niemand Höhe 5275 Meter	Schmergow bei Gross-Kreutz a. d. Potsdamer Bahn 4^{25} Nachmittags.
14	11. Juni 5^{30} Nachmittags	Hr. Pr.-Ltn. v. Kehler	Hr. Otto Fiedler „ Thyssen jr. „ v. Manzi-Fé	Carow bei Genthin, 8^{30} Nachmittags.
15	24. Juli	Wegen heftigen Sturmes musste die Durchführung dieser Fahrt unterbleiben und der Ballon mittels der Reissleine im Sportpark entleert werden.		
16	1. Aug. 2^{5} Nachm.	Hr. Kap.-Ltn. Laus	Hr. Ltn. Spranger „ Dr. Wegener	Rüdnitz bei Krossen a./O., 5^{15} Nachmittags.
17	3. Aug. 10^{10} Abds.	Hr. Pr. Ltn. v. Siegsfeld. Nachtfahrt	Hr. Thyssen jr.	Stolpmünde, 4. August, 7^{30} Vormittags.
18	7. Aug. 2^{30} Nachmittags	Hr. Lieutn. Hahn	Hr. Ltn. Koll „ „ Schuster „ „ Voigt	Hanseberg bei Königsberg i. d. Neumark, 4^{30} Nachmittags.
19	14. Aug. 3^{0} Nachmittags	Hr. Ltn. v. Kleist	Hr. Ltn. Graf Dohna „ „ v. Natzmer	Hohenau bei Rathenow, 7^{30} Abends.
20	26. Aug. 10^{30} Nachmittags	Hr. Berson. Nachtfahrt	Hr. Otto Fiedler „ Prof. H. Fechner	Ostseeküste zwisch. Heiligendamm u. Warnemünde, 27. Aug. 4 früh.
21	27. Aug. 12^{0} Nachts	Hr. Pr.-Ltn. v. Siegsfeld. Nachtfahrt	Hr. Graf v. Zeppelin, Excellenz, „ Ing. Kübler	Ostseeküste zwisch. Leba und Putzig, 28. Aug. $9^{1}/_{2}$ früh.
22	2. Septbr. 4^{20} Nachmittags	Hr. Pr.-Ltn. v. Kehler	Hr. Assessor Dr. Herz „ v. Manzi-Fé	Petersdorf bei Briesen, 7^{0} Abends.
23	15. Sept. 2^{5} Nachmittags	Hr. Berson. Wissenschaftliche Hochfahrt vom Crystall-Palast bei London aus. Englischer Ballon „Excelsior", Wasserstoff-Füllung.	Mr. Stanley Spencer Höhe 8320 Meter	Upminster bei Romford, 8^{55} Nachmittags.

No.	Datum	Führer	Mitfahrende	Ort u. Zeit der Landung
24	15. Sept. 10[40] Vormittags	Hr. Dr. Süring. Gleichzeitig mit der vorhergehenden, von Berlin aus	Niemand Höhe 6190 Meter	Bei Königgrätz in Böhmen, 4[29] Nachmittags.
25	23. Sept. 12[45] Mittags	Hr. Ltn. v. Rappard	Hr. Hauptm. v. Hagen „ Gaedicke	Neu-Sakrow bei Forst i. Laus., 8[55] Nachmittags.
26	25. Sept. 2[50] Nachmittags	Hr. Kap.-Lt. Souchon	Hr. Kap.-Lt. Sthamer „ „ Freiherr v. Dalwigk „ Kapt. z. See Ingenohl	Bei Rüdersdorf, 5[0] Nachmittags.

Der Fahrten-Ausschuss.

I. A.: **Fiedler-Steglitz**, Fahrten-Schatzmeister.

Vereinsnachrichten.

Protokoll der Sitzung des Deutschen Vereines zur Förderung der Luftschiffahrt am 28. Februar 1898.

Der 1. Vorsitzende Herr Professor Dr. Assmann eröffnete um 7 Uhr 80 Min. Nachmittags die Sitzung.

Es erfolgte die Anmeldung neuer Mitglieder, welche am Schluss der Sitzung in den Verein auf allgemeinen Beschluss aufgenommen wurden.

Der Herr Vorsitzende ertheilte Herrn Premier-Lieutenant Bartsch von Siegsfeld das Wort zum Vortrage über thermische Einflüsse auf den Freiballon.

Herr von Siegsfeld führte in der Einleitung die Einflüsse an, welche von verticalen Luftbewegungen herrühren und machte hierbei darauf aufmerksam, dass man aus dem jeweiligen Charakter der Temperaturlagerung auf das Vorkommen solcher Luftstörungen schliessen könne und seine Massnahmen danach zu fassen im Stande sei.

Als Beleg erwähnte er folgenden Fall: Ein Fesselballon von 120 cbm und mit 1000 m Kabel wurde zu Boden gedrückt, was der Stärke einer Luftbewegung von 6—7 m pro Sekunde entspricht. Die Füllung war, wie sich bei dem Nachsehen zeigte, nicht verloren gegangen. Die meteorologische Lage war folgende: April, starke Temperaturabnahme mit der Höhe, Cumuli, stellenweise tiefblauer Himmel.

Zum Thema übergehend, betrachtete er zunächst den Einfluss der Temperaturänderungen des Gases.

Zunächst erwähnte er die Temperaturunterschiede bei zu- und abnehmendem Druck und ging darauf auf die Wirkung der Sonnenstrahlung ein, wie sie sich bei ganz und theilweise, mit Wasserstoff oder Leuchtgas gefüllten Ballons äussert und kommt zu der Entscheidung, dass es vortheilhaft ist, den Ballon abzuschliessen, falls man bei der Fahrt starke Höhenveränderung vorzunehmen beabsichtigt.

Er berührte kurz die Messungsmethoden, und behielt sich vor, dieselben im folgenden Vortrage näher zu behandeln.

Im Weiteren schildert er den Einfluss der Rückstrahlung, indem er besonders auf die der Wolken, des Wassers und des Landes mit seiner verschiedenen Bedeckung eingeht. Der Einfluss der letzten Beiden sei je nach der Temperatur des Bodens sehr verschieden.

Hiermit schloss der erste Theil des Vortrages.

Nunmehr folgten Berichte über die letzten Vereinsfahrten.

Am 18. Februar stiegen auf: Herr Premier-Lieutenant Maercker mit Gemahlin, und Herr Lieutenant Hildebrandt unter Führung von Herrn Berson. Mit 17 Sack Ballast wurde die Fahrt angetreten und 2300 m Höhe erreicht. Der Ballon landete nach einer Fahrt von 250 km in der Gegend von Polzin.

Einige sehr interessante photographische Aufnahmen wurden mit einem einfachen Touristenapparat von Herrn Maercker gemacht; er stellte sie liebenswürdigerweise dem Verein zu, welcher sie der Bibliothek einverleibte.

Herr Premier-Lieutenant von Kehler erwähnte von einer früheren Fahrt, dass den Zeitungen vielfach unrichtige Berichte von Privatpersonen zugingen. Um dem vorzubeugen, schlug er vor, dass der Führer unmittelbar nach der Landung einen kurzen Bericht über die Fahrt zur Veröffentlichung abfasse.

Der Vorschlag wurde angenommen.

Ferner wurde beschlossen, die Mitglieder des Vereins womöglich pünktlicher als bisher von jeder Fahrt in Kenntniss zu setzen, um ihnen die Anwesenheit bei der Abfahrt zu ermöglichen.

Der Antrag auf Entlastung der Schatzmeister, sowie der Etat für das Geschäftsjahr 1898 wurde genehmigt.

10 Uhr Abends schloss der Herr Vorsitzende die Sitzung.

Protokoll der Sitzung des Deutschen Vereines zur Förderung der Luftschiffahrt am 28. März 1898.

Der 1. Vorsitzende Herr Professor Assmann eröffnet die Sitzung um 7 Uhr 30 Min. Nachmittags und ertheilt das Wort Mr. Rotch, welcher über seine Erfahrungen mit Drachen sprach, welche er bei seinen Versuchen auf den Blue Hills bei Boston gewonnen hat. Erläutert wurde der Vortrag durch Photographieen. Er betonte, wie sich Drachen, wegen ihrer verhältnissmässig geringen Kosten und der grossen durch sie zu erreichenden Höhen, für meteorologische Beobachtungen eigneten.

Der Herr Vorsitzende sprach Mr. Rotch seinen Dank für den Vortrag aus im Namen des Vereines.

Nach der Anmeldung neuer Mitglieder, wurde ein Antrag eingebracht für Erneuerung der bei den Freifahrten zu verwendenden Karten. Der Antrag wurde angenommen und gleichzeitig bestimmt, dass der Führer des Ballons dafür verantwortlich sei, dass die Karten nach der Fahrt vollzählig und in gutem Zustande dem Verein wieder zugestellt werden.

Hieran schloss sich die Fortsetzung des in der Februarsitzung begonnenen Vortrages über die thermischen Einflüsse auf Freiballons durch Herrn Premier-Lieutnant v. Siegsfeld, welcher nunmehr auf die Messungsmethoden überging.

Hieran schlossen sich die Berichte über die letzten Vereinsfahrten.

Am 10. März fuhren die Herren: Hauptmann Gross als Führer, Kapitain-Lieutnants Lans und Souchon. Der Himmel war anfangs bewölkt, klärte sich

später auf, um sich später von Neuem zu bedecken. Die Fahrt dauerte 8 Stunden. Die Landung erfolgte bei Greifswald.

Eine weitere Fahrt wurde am 13. März 10 Uhr Vormittags unter Führung des Herrn Premier-Lieutenant von Siegsfeld von S. Excellenz Graf v. Zeppelin, Herren Bergner und Vianello unternommen. Bei klarem Wetter nahm der Ballon seinen Kurs anfänglich nach Westen, ging darauf nach Norden und endlich nach Osten. Nach 7 stündiger Fahrt wurde bei Bernau gelandet, und nach kurzer Pause die Fahrt unter derselben Führung von Herrn Bergner allein fortgesetzt, nachdem man nunmehr 10 Sack Ballast an Bord genommen hatte. Die Fahrt hielt sich zwischen 600—1500 m, um zu verhindern, dass sich der Ballon mit Feuchtigkeit belud. 9 Uhr Vormittags wurde mit $4^1/_2$ Sack Ballast bei Meseritz gelandet. Da man für die Nacht nicht mit Glühlampen versehen war, wurde die Höhe nach dem Schall gemessen.

Es wurde anschliessend an diesen Bericht die Frage aufgeworfen, ob bei Tage begonnene Fahrten, die die Nacht hindurch fortgesetzt würden, doppelt zu rechnen seien. Es wurde beschlossen, sie nur einfach in Anrechnung zu bringen.

Hierauf erfolgte die Aufnahme neuer Mitglieder; die Mitgliederzahl erreichte die Zahl 200.

Protokoll der Sitzung des Deutschen Vereines zur Förderung der Luftschiffahrt am 25. April 1898.

Der 1. Vorsitzende, Prof. Assmann, eröffnet die Sitzung 7 Uhr 30 Min. Nachm.

Derselbe macht zunächst einige geschäftliche Mittheilungen.

Sodann erstattet er Bericht über die Conferenz der internationalen aëronautischen Comission in Strassburg.

Hierauf sprach Herr Berson über das Project, mittelst Ballon die Alpen zu überfliegen. Die Fahrt wird auf Veranlassung von Prof. Heim unternommen. Zu diesem Zwecke wird ein Ballon von 3300 m³ aus Ponghée-Seide gefertigt, der bei
1000 kg totem Gewicht
2700 „ reinen Auftrieb haben soll und 4 Personen mitführen.

Spelterini ist als Führer bestimmt, da er aus zahlreichen Fahrten mit der Ballonführung in den Alpen vertraut ist.

Die Fahrt hat in erster Linie den Zweck, Aufschlüsse über die Tektonik der Alpen zu erlangen, welche nur durch eine Ballonfahrt möglich sind. Zu diesem Zweck nehmen an der Fahrt Prof. Heim und ein Photograph Theil. Ein Meteorologe soll dieselbe begleiten.

Als Aufstiegsort ist Sitten im Kanton Wallis in Aussicht genommen.

Es folgen die Berichte über die letzten Vereinsfahrten. Am 3. April 12 Uhr 30 Minuten stieg der Ballon „Sportpark I“ unter Führung des Lieutnant v. Kleist mit den Herrn v. Massenbach und v. Natzmer; der Ballon ging, da der Wind vorher einen Theil des Gases herausgedrückt hatte, sogleich auf 1500 m. Der anfangs klare Himmel bezog sich, 5 Uhr 30 Min. wurde bei Spremberg gelandet.

Am 4. April stiegen die Herren Halpach, Ewald und Willy Bartenwerffer auf, unter Führung des Herrn Premier-Lieutenant v. Siegsfeld. In 2200 m Höhe hatte man noch $2^1/_2$ Sack Ballast. Um dem Gas keine Zeit zur Abkühlung zu lassen, liess man den Ballon sehr schnell fallen, um ihn recht kurz über der Erde zu pariren. Das Manöver gelang. Die Landung erfolgte um 3 Uhr Nachmittags bei Lebus a. O.

Der Bericht über die Fahrt vom 7. April, Führer von Leckow, wird auf ein anderes Mal zurückgestellt.

Hierauf beantragt Herr Reichstags-Abgeordneter Brömel einige Unfallversicherungs-Gesellschaften zu interessiren, für Mitglieder des Vereines Ermässigungen eintreten zu lassen für Unfälle bei Ballonfahrten. Hiermit wurden die Herren Dr. Brömel und Henneberg betraut.

Auf Antrag des Herrn Henneberg wurde beschlossen, dass verheirateten Mitgliederpaaren auf Wunsch nur ein Exemplar der Zeitschrift zugestellt werden sollte.

Der Schriftführer: v. Kleist.

Berichtigung.

In Heft 6/7 ist in dem Vortrage des Hrn. Kress auf S. 160 Zeile in Zeile 18, 19 und 20 von oben überall statt **gr** zu lesen **kg**.

Ueber die Bedeutung magnetischer Beobachtungen im Ballon.

Nach einem Vortrage des Herrn Professor Dr. **Eschenhagen.**

In der Maisitzung des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschiffahrt hielt Herr Professor Dr. Eschenhagen, der derzeitige Leiter des Königl. Magnetischen Observatoriums zu Potsdam, über das vorstehende Thema einen Vortrag, in welchem die Vortheile beleuchtet wurden, welche der Wissenschaft und der Praxis erwachsen würden, wenn magnetische Beobachtungen im Luftschiffe zur Ausführung gebracht würden. Aus Mangel an Erfahrung in bestimmter Richtung, welche nach dem eigenen Urtheil des Genannten erst durch die Theilnahme an den Luftschiffahrten erworben werden kann, beschränkte sich Herr Eschenhagen bei seinen Ausführungen darauf, die Frage von rein wissenschaftlichem Standpunkte aus zu behandeln. Die verschiedenen Hinweise dabei auf die Bedeutung derartiger Messungen in sonst unerreichbaren Höhen haben sicherlich dazu beigetragen in den Kreisen, welche sich vorzüglich dem Studium der physikalischen Verhältnisse der oberen Schichten der Atmosphäre gewidmet haben, das Interesse an der magnetischen Forschung zu beleben. Eine besondere Wichtigkeit gewannen jedoch die Mittheilungen dadurch, dass der Herr Vortragende in der Lage war, die Aufmerksamkeit auf ein Instrument hinzulenken, welches nach Prüfung der möglichen und erforderlichen Genauigkeit magnetischer Bestimmungen im Ballon als Orientirungsmittel bei den Luftfahrten den Anforderungen genügt.

Mit A. v. Humboldt befinden sich darin noch heute die Vertreter der magnetischen Wissenschaft in voller Uebereinstimmung, dass der Charakter der Aenderung der magnetischen Kraft in grösseren Erhebungen über dem Meeresspiegel lediglich dadurch in einwandsfreier Weise zur Entscheidung gebracht werden kann, dass man sich bei der Ausführung der Messungen von der Erdoberfläche gänzlich entfernt, d. h. sich des Luftschiffes bedient. Wiewohl die Lücken in unserem Wissen nach dieser Richtung hin immer noch bestehen, sind doch beinahe 90 Jahre verflossen, seitdem man diesen Weg zu dem Zwecke der Forschung nicht mehr eingeschlagen hat. Damals unternahmen wiederholt die beiden Franzosen Biot und Gay-Lussac aus wissenschaftlichem Anlasse Reisen in das Luftmeer, wobei Höhen bis 7000 m erreicht wurden. Die Zuverlässigkeit der Resultate, welche auf keinerlei Aenderung der magnetischen Kraft in so grossen Entfernungen von der festen Erdrinde hindeuteten, ist nicht mit Unrecht bereits von A. v. Humboldt angezweifelt worden. Nach dem Dafürhalten des Letzteren waren lediglich Schwingungsbeobachtungen angestellt worden; doch sind

bei der Berechnung aller Wahrscheinlichkeit nach die beträchtlichen Correctionen wegen der Temperaturänderung und der täglichen Variation nicht genügend berücksichtigt worden. So ist diese Frage bis heute eine offene geblieben. Mir ist nur bekannt geworden, dass Liznar kürzlich dem Gegenstande erhöhte Aufmerksamkeit zugewandt hat, doch sind mir die Ergebnisse der Untersuchung nicht bekannt geworden.

Um weiter beurtheilen zu können, in welchem Umfange magnetische Messungen im Luftmeere nutzbringend sein können, dürfte zunächst eine kurze Betrachtung der magnetischen Eigenschaften unserer Erdkruste von Wichtigkeit sein. Es sei daran erinnert, dass die magnetische Kraft sich nach Grösse und Richtung, je nach der Intensität der wirksamen Ursachen, in ununterbrochener Folge in Aenderung befindet; grössere Schwankungen im Verlaufe des Tages wie des Jahres zeigen dabei einen periodischen Charakter. Fasst man gewisse Einzelheiten der Kraft, wie Richtung und Stärke, in mittleren Verhältnissen von Ort zu Ort genauer in das Auge, so zeigen sich zwar Abweichungen, welche indessen im Grossen und Ganzen eine gewisse Regelmässigkeit bei der Ortsveränderung kund geben. Betrachtet man einmal die Richtungsänderungen der Magnetnadel, also die veränderliche Grösse der Declination, so zeigt sich, dass die Verbindungslinien derjenigen Punkte, welche Orte mit gleichem Abweichungswinkel verbinden, Systeme, Isogonen genannt, ergeben, welche ein ganz bestimmtes Gepräge besitzen. In gleicher Weise hat man nun auch Linien construirt, welche die Punkte mit gleich grosser Horizontalintensität verbinden, deren Bestimmung bekanntlich durch Combination von Schwingungsbeobachtungen und Ablenkungsmessungen gewöhnlich geschieht, und die als Isodynamen bekannt sind, wie schliesslich solche Linien gleicher Inclination, indem man den Neigungswinkel eines freischwebenden Magneten in Bezug auf die Horizontalebene feststellte, die man als Isoklinen bezeichnet. Es darf nicht unerwähnt bleiben, dass die magnetischen Werthe von Ort zu Ort im Verlaufe der Zeit Aenderungen erfahren, ohne das indessen die Beziehungen unter einander grössere Abweichungen aufweisen. Eine Hauptthätigkeit des Königl. Magnetischen Observatoriums besteht aber gerade in der Ueberwachung dieser Aenderungen und aus diesem Grunde in einer fortdauernden magnetischen Vermessung des ausgedehnten preussischen Gebietes. Es sei kurz darauf hingewiesen, wie sich innerhalb dieser Gegenden der Verlauf dieser drei Liniensysteme nach einem von Herrn Neumayer ausgeführten Entwurfe für das Jahr 1885, der sich in einer Veröffentlichung des Herrn Eschenhagen[1]) wiederfindet, gestaltet hat. In ausgesprochener Weise nimmt die westliche Declination beim Vorschreiten von West nach Ost zu, so dass die Isogonen sich fast nord-südlich hinziehen, wobei sich der Unterschied zwischen Tilsit

[1]) Eschenhagen: Erdmagnetismus p. 129. in „Anleitung zur deutschen Landes- und Volksforschung“ herausgegeb. v. A. Kirchhoff. 1889.

und Wilhelmshaven auf 7.2° beläuft. Isoklinen wie Isodynamen zeigen hinsichtlich des Verlaufes grössere Uebereinstimmung; doch liegen die letzteren, welche immer in Unterschieden von 500 absoluten Einheiten der 5. Decimale zur Darstellung gebracht sind, etwas dichter als die um 1° sich unterscheidenden Isoklinen. Die Richtung der theils mehr, theils weniger unter sich parallel verlaufenden Liniensysteme in dem namhaft gemachten Gebiete wird durch den Hinweis gekennzeichnet, dass sowohl die 68° Isokline, wie die Isodyname 0.180 C. G. S sich an der deutschen Küste entlang von West nach Ost bis Königsberg hinziehen; dabei bewegt sich die erstere im Osten mehr seewärts, während die letztere vornehmlich im Westen mehr im Binnenlande liegt. Darnach bilden also beispielsweise Isogonen und Isodynamen über Deutschland gewissermassen ein schiefwinkliges Coordinatensystem, mit dessen Hilfe bei entsprechender Kenntniss von Declination und des Werthes der Horizontalcomponente eine Orientirung sehr wohl möglich ist.

Wie noch einmal betont werden mag, sind alle diese Resultate aus der Erfahrung gewonnen worden, und es fragt sich nun, ob ähnliche Verhältnisse auch in grösseren Erhebungen über der Erdoberfläche stattfinden werden. Es besteht die Meinung im Kreise der Fachgenossen, dass dies der Fall sein wird. Doch darf dabei nicht vergessen werden, dass es sich bei dieser Betrachtung um Höhen handelt, welche den Bereich der Wolken nicht überschreiten. Vergegenwärtigt man sich die starken Abweichungen, welche hinsichtlich der räumlichen Anordnung der Polarlichter in Bezug auf die unten an der Erde bestehenden magnetischen Zustände auftreten, so ist es nicht unwahrscheinlich, dass bei dem engen Zusammenhange zwischen jenen elektrischen Vorgängen und dem Erdmagnetismus eine etwas andere Anordnung der magnetischen Kraftlinien in ausserordentlichen Höhenlagen allerdings bestehen wird. Innerhalb der Entfernungen, welche für den Menschen überhaupt erreichbar sind, wird man jedoch im Grossen und Ganzen mit Sicherheit an einen normalen Verlauf denken können. Lediglich über Gegenden mit sehr unregelmässigen Liniengruppirungen, den sogenannten Störungsgebieten, wie sie im stärksten Masse namentlich die Insel Bornholm bietet, wird man im Ballon abweichende Werthe erhalten. Bei der geltenden Annahme, dass der Sitz der Ursachen im Innern der Erde zu suchen ist, wohl an 30 km unter der Erdoberfläche, muss angenommen werden, dass bei einer um 7—8 km grösseren Entfernung vom Störungscentrum messbare Unterschiede erkennbar werden.

Die praktische Verwerthung der erdmagnetischen Linien zur Längenbestimmung ist öfter versucht worden; namentlich die Verwendung der veränderlichen Grösse der Declination von Ort zu Ort ist sehr alt; am bekanntesten ist die Berücksichtigung dieses Hilfsmittels zur Ortsbestimmung von Columbus auf seinen Fahrten nach Amerika. Seit dieser Zeit namentlich ist das Problem häufig in diesem Sinne an Bord behandelt worden. Doch immer wieder war man gezwungen, auch noch astronomische Beobachtungen

zur Sicherheit anzustellen, da die tägliche Variation der Magnetnadeln, Eisenmassen im Schiffe u. s. w. die Angaben stark beeinflussen mussten. In wiefern bei genauer Kenntniss der betreffenden Werthe für Declination und Horizontalkraft unter Zuhilfenahme von Karten eine Orientirung möglich ist, überblickt man am Besten, wenn man prüft, mit welcher Genauigkeit die magnetischen Messungen ausgeführt werden müssen. Es entspricht innerhalb Preussens 1° Declinationsänderung eine räumliche Entfernung von ca. 130 km; für die gleiche Weglänge beträgt der Grössenunterschied der Horizontalcomponente 500 absolute Einheiten der 5. Decimale (C. G. S.), und schliesslich bei der Inclination 1° Aenderung 150 km. Begnügt man sich damit, den Ort mit einer Unsicherheit von 13 km zu gewinnen — und dies dürfte bei Ballonfahrten schon von grossem Vortheile sein, — so hätte man nöthig, die Declination wie Inclination auf 6′ und den Werth der Horizontalcomponente auf 50 Einheiten der 5. Decimale zu bestimmen. Eine einfache Betrachtung belehrt uns über die Unmöglichkeit dieser Ausführungen. Zur Bestimmung der Declination ist eine genaue Kenntniss des astronomischen Meridians von grösster Wichtigkeit, der im Ballon nur schwer festzustellen ist. Leichter ist es, die Horizontalcomponente zu ermitteln, da man bei der Messung keine feste Richtung nöthig hat; sofern man sich auf Ablenkungsbeobachtungen beschränkt, gewinnt man schon einen Anhaltspunkt zur Bestimmuug der Isodyname. Dazu ist aber einmal eine möglichst vollständige Entfernung aller eisernen Gegenstände aus dem Wirkungsbereiche des Instrumentes erforderlich, was sich vielleicht bis zu einer gewissen Grenze erreichen lässt, indem man Eisen bei der Construction möglichst vermeidet, während der Messungen aber die sonstigen eisernen Gegenstände durch Herablassen aus der Gondel entfernt. Sodann müssen Erschütterungen der Gondel völlig unterbleiben, die beim Bewegen der Korbinsassen unvermeidlich sind; diese Einflüsse liessen sich indessen durch Verwendung einer Kardanischen Aufhängung beseitigen; und schliesslich müssen die bedenklichsten Einwirkungen, die durch das Drehen des Ballons bedingt werden, aufgehoben werden. Nach den Ausführungen des Herrn Premier-Lieutenant v. Siegsfeld besitzt man aber mechanische Hilfsmittel, um diese erhebliche Fehlerquelle zu verringern. Der Beobachter selbst aber könnte diesen Einfluss bis zu einem gewissen Grade dadurch unschädlich machen, dass er die Unterlage des Instrumentes entsprechend nachdreht oder am Vortheilhaftesten, wenn er die Beobachtung in denkbar kürzester Zeit, d. h. innerhalb eines Zeitraumes, während dessen keine merkbare Drehung des Ballons erfolgt ist, zur Ausführung bringt.

Wenn nun auch alle diese Erfordernisse mit hinreichender Zuverlässigkeit erfüllt sind, so würde es sich für die praktische Verwendbarkeit der magnetischen Kraft darum handeln, dass man in den Besitz der nothwendigen Angaben bei geringem Zeitaufwande auch in einfachster Weise

gelangt. Dies ermöglicht ein kürzlich von Herrn Heydweiller[1]) in Breslau construirter Apparat, bei dem nur einfache Winkelmessungen in Frage kommen. Bei dem Interesse, welches dies Instrument hier beansprucht, lasse ich die von dem Genannten gegebene Darstellung des eigenen Variometers wörtlich folgen:

„Zwei rhombische Magnetnadeln aus Wolframstahl von 5.7 cm Länge und etwa 1.4 gr Stahlgewicht, die nach Strouhal und Barus behandelt, ein magnetisches Moment von etwa 30 C. G. S. besitzen, schwingen auf Spitzen über dämpfenden Kupferplatten in einem cylindrischen Gehäuse in einem Verticalabstand von etwa 6.4 cm, der durch Heben und Senken der unteren Spitze mittels einer Schraube mit Gegenmutter geändert und gut fixirt werden kann. Die untere Nadel trägt zwei leichte senkrecht zu ihrer Axe nach oben führende Aluminiumzeiger, die an den Enden der oberen Nadel über kleinen an ihr befestigten Gradtheilungen auf versilbertem Glase spielen; die Höhe des ganzen Instrumentes, das auf drei Füssen mit Stellschrauben ruht, beträgt 16 cm, der Durchmesser der Grundfläche 15 cm, sein Gewicht 1.5 kg; es ist also sehr handlich."

Das Princip, auf welchem das Instrument beruht, besteht darin, dass bei zwei gleichen, übereinanderliegenden Magnetnadeln mit gemeinsamer Drehungsaxe, welche senkrecht zu einander schweben, jede Aenderung der erdmagnetischen Horizontalcomponente durch eine Winkeländerung der Nadeln sich kund gibt, welche der Grösse der ersteren proportional ist. Um den Angaben eine grössere Sicherheit zu verleihen, ist es erforderlich, dass man stets die Stellungen beider Nadeln abliest und den Unterschied daraus zwischen den beiden Einstellungen östlich und westlich verwendet; auf diese Weise werden die schädlichen Einflüsse, welche durch die Unsymmetrie beider Nadeln, wie eine ungenaue Horizontalstellung oder kleine Versetzungen derselben, eliminirt. Auch muss es als ein besonderer Vortheil bezeichnet werden, dass die Ablesungen vom Drehen des Ballons unabhängig sind. Selbst wenn man, um die Zuverlässigkeit der Messungen zu erhöhen, die Ablesungen wiederholen würde, dürfte das Endresultat unter Zuhilfenahme von geeigneten Tabellen doch schon innerhalb weniger Minuten zu erlangen sein. Das von Heydweiller angeführte Beispiel zeigt uns, dass sich eine Genauigkeit der Ortsbestimmung in Bezug auf die Isodynamen bis auf 13 km sicher erreichen lässt. Man hat zu dem Zwecke nöthig, an der Auffahrtsstelle des Ballons zunächst eine Beobachtung auszuführen, auf welche man sich wieder beziehen muss.

Es kann Befremden erregen, dass nicht in erster Linie der Inclination als Orientirungsmittel gedacht worden ist, deren Bestimmung ja nur auf Winkelablesungen beruht, und wobei die Handhabung des Instrumentes sich so einfach

---

[1]) A. Heydweiller: Neue erdmagnetische Intensitätsvariometer. Wiedem. Annalen 1898. Nr. 4 p. 735—41.

gestaltet. Man darf eben nicht vergessen, dass die Messungen dieser Grösse, selbst bei Berücksichtigung aller Vorsichtsmassregeln, wie es im Observatorium üblich, trotz der langwierigen Ausführungen noch nicht die wünschenswerthe Genauigkeit ergeben haben. Ich will bei dieser Gelegenheit den Hinweis nicht unterlassen, dass von Seiten der Magnetiker des Königl. Meteorologischen Instituts häufig Erwägungen angestellt wurden, ob sich nicht Massnahmen treffen liessen, welche bei der Bestimmung der Inclination im Ballon die Magnetnadel entbehrlich machen. Wenn diese Ueberlegungen hier weiter nicht behandelt werden, so geschieht es aus dem Grunde, weil darüber nicht genügende Versuche vorliegen.

Nicht selten gelangt der Luftschiffer in die unbequeme Lage, dass dichte Wolkenmassen ihm den Blick auf die unter ihm befindliche Erde entziehen und ihn somit seines wichtigsten Orientirungsmittels berauben, dessen er oft zu seiner Sicherheit bedarf. Häufig genug ist der Aëronaut dann gezwungen, Gas oder Ballast zu opfern, um dieser Unsicherheit zu entgehen. Der grössere und frühzeitige Verlust seiner wirksamsten Hilfsmittel zieht aber unter Umständen dann später eine nicht unerhebliche Beschränkung der geplanten Fahrt, sei es hinsichtlich der zu erreichenden Höhe, oder in Betreff der Dauer der Reise in unliebsamer Weise nach sich. Dieser Mangel an Orientirungsmethoden hat sich gerade am eindringlichsten unseren Luftschiffern bemerkbar gemacht, die, oft im Ballon den Flug über den Wolken nehmend, bei herrschendem Winde mit stark nördlicher Componente, im Unklaren bleiben, wann die Ostsee erreicht ist, der man sich unter besonderen Verhältnissen schon in wenigen Stunden nähern kann. Vergegenwärtigt man sich den Verlauf der Isodynamen in Preussen, wie er oben kurz charakterisirt wurde, wonach diese Linien der Küste fast parallel gehen, so gelangt man zur Ueberzeugung, dass schon durch Kenntniss dieses magnetischen Werthes, bezw. durch zahlenmässige Angaben über die Aenderung der Horizontalcomponente in Bezug auf den Ausgangspunkt der Fahrt von Zeit zu Zeit, ein Gewinn erzielt worden werden kann.

Dem Vortrage folgte eine rege Discussion, an der sich u. A. die Herren Hptm. Gross, Prlt. v. Siegsfeld und Berson betheiligten und die Alle das lebhafteste Interesse an den von Herrn Eschenhagen in Anregung gebrachten magnetischen Messungen bei weiteren Luftfahrten bekundeten. Verschiedene Einzelheiten sind bereits bei der Wiedergabe des Vortrages verwerthet worden. Besonders eingehend wurden die durch die technischen Einrichtungen herbeigeführten Mängel beleuchtet; so wurde betont, dass es sehr wohl angängig sei, viele Eisentheile durch ein anderes Metall, bezw. Holz (z. B. den Ballonring) zu ersetzen. Auch wurden die Grösse und der Einfluss der Erschütterungen der Gondel sowie der Schwankungen und Drehungen des Ballons genauer festgestellt, und die zutreffenden Massregeln zu deren Verringerung besprochen.

Arendt.

Die Vorgänge bei der Bewegung von Luft. Kinetische Flugtheorie.

Von **Emil Jacob** in Kreuznach.

Die Entwicklung der Aviatik zu einer Wissenschaft wird nur möglich sein bei gleichzeitiger Entwicklung unserer Kenntnisse über die Bewegungsvorgänge in der Luft, welche beim Fluge statthaben, denn das wichtige Problem des sogenannten Luftwiderstandes lässt sich völlig und theoretisch nur lösen, wenn wir einen Einblick in die wirklich stattfindenden Bewegungsvorgänge sowohl der Luftmassen als Massen, wie auch in die feineren (inneren) Bewegungsvorgänge innerhalb der Luftmassen gewinnen. Ich sage des „sogenannten" Luftwiderstandes, denn diese Bezeichnung „Luftwiderstand" ist zur Bezeichnung der allgemeinen dynamischen Vorgänge zwischen Flugthier und Luft nicht allein ungenügend, sondern auch unrichtig, denn zum Fluge bedarf es — wie ich schon mehrfach ausgesprochen habe — nicht allein der Reaction (des Trägheitswiderstandes der Luft) sondern auch der Action der Luft, d. h. der in ihr wirksamen Energie.

Die theoretischen Betrachtungen der mir zugänglichen Literatur der Aviatik haben bisher nicht allein diese Action vernachlässigt, sondern auch als Reaction bloss den Widerstand in Betracht gezogen, welcher sich aus der Trägheit der vom Flügel (resp. Vogelkörper) aus dem Wege geräumten Luftmasse ergiebt, welche Luftmasse durch Fv ausgedrückt werden kann. (v. Lössl nimmt allerdings — aber ohne stichhaltigen Grund — $2\,Fv$ an). Dass eine weit grössere Luftmasse als Fv oder $2\,Fv$ dem Flügel als Stütze dient, wurde zwar auch schon von anderer Seite vermuthungsweise ausgesprochen, aber nirgends wissenschaftlich begründet. — Dass wir aber nicht allein mit der Reaction (Trägheit) der Luft, sondern mit deren Action (Energie) zu rechnen haben, habe ich meines Wissens zum ersten Male ausgesprochen und durch Experimente gezeigt (d. Z. im Märzhefte 1898 und auch schon im Märzhefte 1897). Aus Allem diesem ergiebt sich, wie sehr die Aviatik noch die Kinderschuhe an hat.

Von dem Gedanken ausgehend, dass nur die Trägheit der aus dem Wege geräumten Luftmassen die Quelle des Widerstandes sein könne, haben es eine Reihe von Autoren (besonders Ingenieure) als unerlässlich hingestellt, dass zur Beschaffung der Tragkraft eine solche Menge Luft ($m = Fv$) mit solcher Geschwindigkeit (v) vom Flügel als Luftstrom nach abwärts getrieben werden müsste, dass die daraus zu berechnende Reaktion $mv = Fv^2$ gleich sei der Wirkung der Schwere.

Dieser so plausibel scheinende Gedanke ist aber ein Trugschluss.

Jeder Aviatiker, der tiefer in diese Wissenschaft eindringt, wird erkennen, dass er mit Fv^2 nicht ausreicht. Vor allem sind die so errechneten Werthe viel zu klein und zwar umsomehr, je grösser das Flugthier ist. Er wird diese Vorstellung bald als eine im höchsten Grade ungenügende, ja rohe Art, die so feinen Vorgänge der Natur zu begreifen, anzusehen gezwungen sein.

So einfach, resp. nach dem heutigen Stande der Wissenschaft leicht zu fassen, wie Anfänger in der Aviatik es sich vorstellen, ist die Natur eben doch nicht, und wenn wir uns nicht bemühen, tiefer in die stattfindenden Vorgänge einzudringen, so wird es beim bekannten Goethe'schen Ausspruch bleiben: „Geheimnissvoll am lichten Tag lässt sich Natur des Schleiers nicht berauben“ etc.

Wir haben zwar nicht die leiseste Hoffnung, jemals die Bewegung der kleinsten Lufttheile mit unseren leiblichen Augen zu schauen und sind daher nothwendig auf unsere Vorstellungskraft angewiesen. Ja wir thun wohl daran, diese Vorstellungskraft sich frei entfalten zu lassen — wenigstens innerhalb der Grenzen, bis zu welchen wir experimentell die daraus zu ziehenden Consequenzen prüfen können.

Wenn wir nehmlich unsere Vorstellungen soweit zügeln, dass wir in keinen Widerspruch mit dem Experimente gerathen, so kann eine solche geistige Thätigkeit nur von Nutzen sein, denn wer sollte uns überhaupt angeben, welche neuen Experimente wir anzustellen haben, wer anders als unsere Phantasie.[1])

Wir müssen deshalb den Weg der Hypothese beschreiten und wenn diese Hypothese genügend durch Experimente gestützt erscheint, eine Theorie darauf zu bauen versuchen, immer bedacht, dass diese Theorie nicht in der Luft schwebt, sondern den aus den Experimenten folgenden Schlüssen entspricht und möglichst keinen Thatsachen direkt widerspricht, resp. zu widersprechen scheint; denn manche Widersprüche sind auch nur scheinbare.

Eine solche fruchtbare Theorie, welche den Thatsachen in hohem Masse entspricht und welche wir hochverdienten Physikern verdanken, ist die kinetische Gastheorie, welche die einzige Vorstellungsart über die Natur der Gase ist, die die merkwürdigen Eigenschaften der Gase in relativ befriedigender Weise erklärt.

Es liegt ausserordentlich nahe, dieselbe den aviatischen Betrachtungen zu Grunde zu legen und dieselbe weiter zu entwickeln d. h. so weit, als eben zur Erklärung sonst nicht zu verstehender Luftdruck- und Flugerscheinungen nöthig ist, denn so wie sie ist, genügt sie nicht, uns die Flugerscheinungen zu erklären. Sie beschäftigt sich ja bloss mit den statischen Verhältnissen ruhender Gasmassen. Für uns handelt es sich aber

[1]) Ich bemerke dies besonders denjenigen gegenüber, welche keine Theorie, sondern nur Experimente wollen. Vom Experiment kommen wir, wenn wir über dasselbe nachdenken, ganz von selbst zur Theorie und von dieser wieder auf weitere Experimente. Ohne die Anwendung beider wäre ich z. B. nie darauf gekommen, das Experiment der Conpression zu machen. Dieses Experiment war die Folge von Schlüssen, welche sich mir aus dem Fliegenexperimente nach und nach aufdrängten. Welche unendliche Zahl von Experimenten müsste derjenige machen, der nicht vorher einen ganz bestimmten Gedanken d. h. eben eine Theorie hat, bis es ihm gelänge, etwas Brauchbares zu finden.

um dynamische Verhältnisse, für welche die statischen nur als Ausgangspunkt dienen können.

Wenn wir nun versuchen wollen auf einer entwickelten kinetischen Gastheorie eine Flugtheorie aufzubauen oder doch deren Aufbau anzubahnen, so werden wir diese Art der Betrachtung zweckmässig als „kinetische Flugtheorie" bezeichnen können.

Die kinetische Gastheorie gestattet eine Vorstellung von der Spannung der Luft sich zu machen und auch davon, was geschieht, wenn Spannungs-Differenzen sich ausgleichen.

Und darum handelt es sich hier; denn sobald man einen Körper durch die Luft bewegt, entstehen vor und hinter demselben verschiedene Spannungen, die einen Ausgleich suchen und Bewegungsvorgänge in der Luft hervorrufen. Die nothwendige Verschiebung von Luftmassen ist erst eine Folge vorausgehender Spannungsänderung der den Körper umgebenden Lufttheile, denn bevor Luft in grösserer Menge sich in Bewegung setzt, wird erst eine unendlich dünne Schicht (z. B. auf der Stirnseite) in eine folgende Schicht hineingeschoben, diese dann in eine folgende Schicht und es muss die schon vorhandene normale Luftspannung eine Vergrösserung erfahren, welche dann ihrerseits als der nächste Grund der Luftbewegung anzusehen ist. Ohne Spannungsdifferenz ist keine Verschiebung von Luftmassen denkbar.

Statt nun die Flugerscheinungen durch den nur rein passiv zu denkenden Luftwiderstand zu erklären, wird es sich empfehlen, die auf das Flugthier wirkenden Kräfte als Wirkung von Spannungsdifferenzen aufzufassen und die Gesetze der Erzeugung und Ausgleichung von Spannungsdifferenzen zu studiren.

Die kinetische Gastheorie wird also von jedem Aviatiker einer genauen Betrachtung gewürdigt werden müssen. Dieselbe definirt die Spannung ganz einfach als die in der Zeiteinheit auf die Flächeneinheit abgegebene Bewegungsgrösse der in Bewegung befindlichen (stossenden) Gasmoleküle.

Um die Schwere zu überwinden und den Vortrieb zu erzeugen, müssen aber von der Luft specifische Druckwirkungen ausgeübt werden, denn der normale (statische) Spannungsdruck der Luft ist mit sich überall im Gleichgewicht und kann daher keine Kraft nach specifischen Richtungen auf das Flugthier ausüben.

Auch der bisherige Begriff „Luftwiderstand" ist als eine einseitige (specifische) Druckwirkung anzusehen, aber nur als eine passive. Der Begriff des aus Spannungsdifferenzen hergeleiteten specifischen Druckes ist viel umfassender.

Ersterer kann überhaupt keine Flugerscheinung erklären. Man half und hilft sich aber damit, weil man nichts Besseres hat.

Ich bin deshalb der Ansicht, dass die auf den blossen Luftwiderstand gegründete Betrachtungsweise am besten ganz verlassen wird.

Eine specifische Druckwirkung der Luft auf das Flugthier ist nur zu erreichen durch Spannungsdifferenzen und da diese beim Fluge fortdauernd erzeugt werden, sich fortdauernd ausgleichen, umsetzen und Bewegungsvorgänge in der Luft hervorrufen, so stehen wir einem etwas verwickelten Vorgange gegenüber.

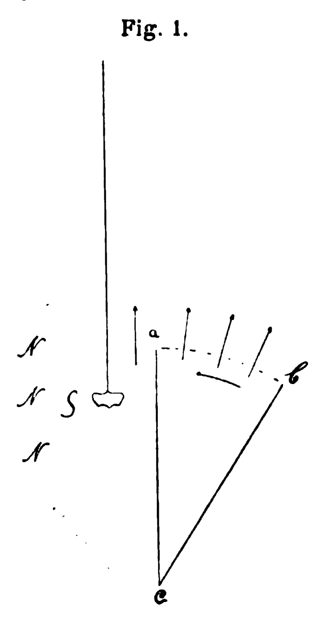
Mit dem Begriffe der statischen Spannung, mit welcher sich die kinetische Gastheorie bisher nur befasst hat — bei welcher die inneren Kräfte im Gleichgewicht sind — werden wir aber nicht auskommen, denn man kann sich überhaupt in freier Luft keine localen Spannungsdifferenzen im Zustande der Statik denken. Vielmehr tritt sofort bei der Bildung einer Spannungsdifferenz auch eine Bewegung ein und der Zustand wird ein dynamischer. Wir werden uns deshalb mit einer dynamischen Spannung befassen müssen, bei welcher Wanderung und Umsetzung von Energie mit in Betracht kommen.

Und dies werden wir am besten an der Hand ganz einfacher Experimente thun, indem wir dieselben so erklären, dass dabei die kinetische Gastheorie zu Grunde gelegt und der Logik ihr Lauf gelassen wird. Es wird sich dann zeigen, ob sich unüberwindliche Schwierigkeiten einstellen oder ob und welche Erweiterungen der Vorstellungen der kinetischen Gastheorie im Stande sind, die dynamischen Druckerscheinungen ungezwungen und in logischem Zusammenhange zu erklären.

Als Experiment wählen wir Folgendes:

Wir befestigen an einem frei herabhängenden Zwirnfaden einen leichten Gegenstand — etwa einen Schmetterling S aus sehr dünnem (Cigaretten)-Papier geschnitten und nehmen einen Fächer F zur Hand, welchen wir bei C halten und damit — mit nach S gewandter Fläche — einen Schlag in der Luft von Stellung bc nach Stellung ac ausführen, aber ohne S zu nahe zu kommen. Es zeigt sich, dass sich S — abgesehen von einer eventl. schwachen Zuckung — nicht bewegt. Es entsteht also kein Luftstrom, der von der Fläche ac nach N normal zum Fächer ginge.

Fig. 1.



Dagegen entsteht ein starker Luftstrom nach P (parallel dem Fächer) wie allgemein bekannt.

Schlägt man aber den Fächer umgekehrt von ac nach bc, so entsteht ein dem Fächer nachstürzender Luftstrom, welcher S dem Fächer folgen lässt, wie einem Magneten das Eisen folgt.

Daraus ergibt sich also, dass auf der Vorderseite die Luft nicht in der Bewegungsrichtung (normal zum Fächer) sondern nur seitlich zum Fortströmen gebracht werden kann.

Es entsteht die Frage nach dem Grunde dieser Erscheinung und nach den innern Vorgängen, welche diese Erscheinung begleiten oder hervorrufen

Es kann doch kein Zweifel bestehen, dass eine normal gegen die Luft bewegte Fläche den im Wege stehenden Lufttheilen Stösse in dieser Bewegunsrichtung ertheilt. Warum folgen nun die Lufttheile nicht dieser Stossrichtung?

Offenbar weil sie durch irgend etwas daran gehindert werden. Wären die gestossenen Lufttheile frei, nicht von anderen umgeben, wären dieselben also allein vorhanden, so würden sie doch zweifelsohne ebenso dem Stosse folgen, wie die Billardkugel dem Stosse des Queues. Aber die umgebende Luft wirkt hier als Hinderniss. Die vorgelagerten Luftmassen verhindern offenbar die freie Abströmung in der Bewegungsrichtung. Damit scheint die Ursache gefunden, aber dem ist nicht so; denn nicht allein in der Richtung NNN sondern auch nach PPP lagern Luftmassen und wir sehen, dass ein Luftstrom in der Richtung PPP wohl entsteht, dass sich also nach dieser Richtung kein Hinderniss bemerkbar macht. Wir haben also noch aufzuklären, warum in der Richtung P kein Hinderniss oder doch wenigstens nicht das gleiche Hinderniss besteht, wie nach der Richtung N.

Offenbar muss die Luft in der Richtung N anders beschaffen sein, als in der Richtung P, denn bei völlig gleicher Beschaffenheit, fehlt jeder Grund, warum die Lufttheilchen der Stossrichtung nicht folgen und statt dessen nach P gehen sollten.

Dieser Unterschied der Luftbeschaffenheit zwischen P und N bestand aber, wie wir wissen, nicht vor der Bewegung von F. Er tritt vielmehr erst ein, wenn sich F bewegt.

Wir haben diesen Unterschied also in der Bewegung von F zu suchen. Irgend etwas muss von dem Fächer während seiner Bewegung ausgehen was der Luft diese specifische Widerstandseigenschaft in der Richtung N ertheilt.

Was könnte dies aber sein? Offenbar entsteht die specifische Reaction in den Richtungen NNN — das Hinderniss — gerade dadurch, dass dies die specifischen Richtungen sind, nach welchen sich der Stoss auf die Luft fortpflanzen muss.

Und wenn die Luft in diesen Richtungen gar nicht abströmt, so wissen wir, dass die Action des Stosses in dieser Richtung nicht stärker ist als der Rückstoss der Luftmassen bei N, d. h. dass diese Reaction gleich ist der Action, d. h. Gleichgewicht in der Spannung der Luftschichten dort bestehen muss. Mit dieser Erkenntniss, dass in der Richtung N Gleichgewicht der Spannung in allen dahin gehenden Stossrichtungen

(Kraftlinien) stattfinden muss, können wir uns aber immer noch nicht beruhigen, denn wir wissen ja, dass vor F eine comprimirte Luftschicht hergehen muss, denn ohne diese Compression wäre nicht zu verstehen, warum die Luft seitlich abströmt.

Wir haben also den Widerspruch, dass trotz Pression dicht vor F und (wenigstens scheinbarer) Pressionslosigkeit iu der freien Luft, welche weiter hinaus in den Richtungen N liegt, keine Bewegung (Strömung) von der Stelle höhern Drucks (höherer Spannung) zu derjenigen niederen Drucks (niederer Spannung) stattfindet.

Hieraus sieht man nun auf das Deutlichste, dass unsere bisherigen Begriffe von Spannung zum Verständnisse nicht ausreichen, denn darnach müsste doch von dem Orte höherer Spannung nach dem Orte niederer Spannung eine Strömung erfolgen.

Der Begriff der (statischen) Spannung lässt hier ganz im Stich.

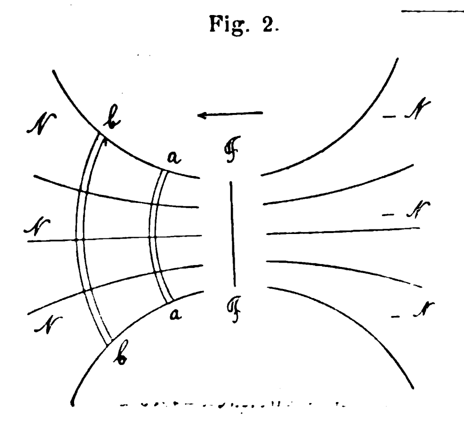
Die Erscheinung wird uns nur dann verständlich, wenn wir eine dynamische Spannung zu Hilfe nehmen, bei welcher nicht alle Richtungen im Raum gleichwerthig sind, sondern bestimmte Richtungen eine besondere Bedeutung bekommen.

Es entspricht aber auch der einfachsten Logik, dass, wenn Lufttheile in der Richtung ab und n u r i n dieser Richtung von einer Fläche F einen Stoss bekommen, dass sie sich dann in dieser Richtung anders verhalten müssen, als in allen anderen Richtungen.

Wir dürfen uns daran nicht durch die Erfahrung beirren lassen, dass in geschlossene Gefässe gepresste Luft nach allen Seiten gleich drückt. Diese Thatsache beweist nur, dass die dynamische Spannung unter diesen Verhältnissen nicht statthat, sondern dass dieselbe, soweit sie im Moment des Zusammenpressens vom Presskolben ausging, sich schnell in statische Spannung umsetzte.

Für das Nichtvorhandensein der dynamischen Spannungen dort, wo Körper sich in freier Luft bewegen, ist damit kein stichhaltiger Grund gegeben.

Fig. 2.



Wenn wir alle diese Betrachtungen zusammenfassen, so kommen wir zu folgender Vorstellung:

Bei der Bewegung einer Fläche F in der Normalen von $-N$ nach N stösst dieselbe stetig auf neue Luftschichten, welche sich im Wege befinden und gibt an dieselbe Bewegungsgrösse ab.

Weil aber die Kräfte in der Richtung von F nach N im Gleich-

gewichte sind (indem ja der Versuch zeigt, dass die Luft nicht in der Stossrichtung abströmt) so folgt, dass die gleiche Bewegungsgrösse (Stossgrösse) die von F nach N ausgeht, als Reaction zurückgegeben wird.

Zu untersuchen ist nunmehr nur von welchen Massen diese Action und Reaction ausgeübt wird.

Die Kraftlinien, nach welchen die Action (die Stösse) nach aussen geht, sind aber allen unsern Erfahrungen entsprechend keine geraden Linien, sondern sich mehr und mehr vom Centrum abkrümmende. Die von den ununterbrochen aufeinanderfolgenden Stössen durchstrahlte Luftmasse muss sich also mehr und mehr vergrössern (verbreitern), so dass das Gleichgewicht der Kräfte dadurch erhalten werden kann, dass die reagirende Luftmasse nach aussen im gleichen Maasse von Schichte zu Schichte (z. B. von aa nach bb — durch Vergrösserung der Schichtenfläche — zunimmt, wie die Spannung (Action und Reaction) in der Strahlenrichtung pro Flächeneinheit abnimmt.

Was also die Flächeneinheit an Spannung nach aussen verliert, wird durch Vergrösserung der Fläche — durch die Anzahl der Flächeneinheiten — ersetzt. Wenn also der am Faden hängende Papierschmetterling keine Bewegung zeigt, so muss geschlossen werden, dass eine allgemeine Abnahme von dynamischer Spannung auf $\frac{1}{n}$ von einer Zunahme der Schichtenfläche auf das n fache begleitet ist.

Die Spannung (dynamische) ist also dann im Gleichgewicht, obgleich sie nach aussen rasch abnimmt.

Durch dieses Verhalten ist der Unterschied zwischen dynamischer und statischer Spannung charakterisirt.

Es kann also Gleichgewicht der dynamischen Spannung bestehen, zwischen Luftmassen, welche verschiedene dynamische Spannung haben — was bei der statischen Spannung undenkbar ist.

Wenn eine Fläche F mit constanter Geschwindigkeit normal durch die Luft fortschreitet — und wir wollen zunächst nur diesen einfachsten Fall behandeln — so stellt sich ein stationärer Zustand ein d. h. ein Zustand, welcher relativ zur Fläche stationär ist, aber nicht relativ zu einem Fixpunkt im Raum, oder mit andern Worten: der stationäre Zustand wandert durch den Raum mit gleicher Geschwindigkeit wie die Fläche, er begleitet die Fläche wie ihr Schatten.

Mit der Fläche müssen wir also auch die ideellen Kraftlinien sich verschieben lassen, in welchen dann überall Gleichgewicht der Kräfte bestehen wird.

Der Druck auf die Fläche ist in diesem Falle bekanntlich Fv^2, den wir nunmehr — durch F dividirt — auch als die constante Spannungsdifferenz der Luft vor und hinter der Fläche betrachten können, aber wir

wissen jetzt, dass diese Spannung nicht so einfacher Natur ist und nicht durch die kinetische Gastheorie ohne Weiteres erklärt werden kann. Nur durch weitere Schlüsse und Vorstellungen — wie oben angegeben — ist dies möglich. Die Erfahrung zeigt uns, dass dicht vor der Fläche eine gepresste Luftschicht (ein Lufthügel nach v. Lössl) entsteht, welche seitlich abströmt, oder wie sich v. Parseval ausdrückt „gewissermassen breitgequetscht“ [1]) wird. Dieses Breitquetschen ist doch offenbar nur möglich, wenn die Luftschicht von **beiden** Seiten gequetscht (gedrückt) wird, was mit grösster Evidenz zeigt, dass auch von *NNN* her ein Druck nach der Fläche *F* hin ausgeübt wird. In dieser „breitgequetschten“ Luftmasse hat aber offenbar eine Umsetzung der dynamischen Spannung stattgefunden, so dass sie gegen die äussere Luft nicht allein in den Kraftlinien *NF* eine Ueberspannung zeigt, sondern nunmehr auch rechtwinklig dazu, so dass ihr Zustand sich der rein statischen Spannung nähert und sie nach den Orten geringerer Spannung, also seitlich, abfliessen muss.

Wer das Vorhandensein der dynamischen Spannung bei *NNN* leugnen wollte, dem läge ob, anzugeben, wodurch das Gleichgewicht der Kräfte gegen die von *F* ausgehenden Stösse erzielt wird.

Es fragt sich nun, was auf der Rückseite der Fläche geschieht. Wäre die Luft nur eine beharrende Masse, so müsste der Raum hinter der Fläche offenbar leer bleiben.

Der Energiegehalt derselben bedingt aber, dass erst die nächstliegenden Lufttheilchen und dann in blitzschneller Folge immer weiter nach aussen liegende Lufttheilchen, wie gespannte Federn wirkend, nach der Fläche hinschnellen.

Ist die Geschwindigkeit von *F* constant geworden — und diesen Fall wollen wir auch hier zunächst nur betrachten — so stellt sich auch hier ein stationärer Zustand her und wir können hier ebenso von Kraftlinien oder Strahlen sprechen, die von der Fläche ausgehen nach *N—N—N*. Diese Linien, welche etwa die in der Figur dargestellten Richtungen haben, können leicht der Beobachtung entnommen werden, denn es sind die Linien, in welcher die Luft der Fläche nachströmt. Das Verhalten der Luft auf der Rückseite steht nämlich im schroffen Gegensatze zu dem auf der Vorderseite, wo ja keine Strömung in der Richtung der Kraftlinien statthat. Dieser auffallende Unterschied zwischen Vorder- und Rückseite fordert eine Erklärung.

---

[1]) Die Lufthügeltheorie von v. Lössl widerstreitet dem „Breitquetschen“ denn nach v. Lössl wäre der Lufthügel quasi starr. Später anzuführende Experimente zeigten mir deutlich, dass der Lufthügel sich stetig nach aussen auflöst, wie er stetig von vorne Ersatz findet, dass also die v. Parseval'sche Anschauung des Breitquetschens die richtigere ist. Besonders fehlt auch die für die Lössl'sche Theorie nöthige Spitze des Lufthügels, wie er ja schon selbst erwähnt. Die Gestalt des Lufthügels ist also wesentlich flacher als nach v. Lössl.

Man kann dieselbe in wenigen Worten geben:

Wenn von einer mit Bewegungsenergie geladenen Materie, wie die Luft, deren Theilchen nach allen Seiten wie gespannte Federn drücken und stossen, eine Wirkung ausgeht und zwar von einer grossen Menge dieser Materie nach einer kleinen Menge derselben (nach einem Depressions-Centrum) wie von $N—N—N$ nach F, so muss Bewegung in dieser Richtung erfolgen.

Wenn umgekehrt diese Wirkung von einer kleinen Menge (einem Pressionscentrum) ausgeht nach einer ohne Grenzen wachsenden Masse, (von F' nach NNN) so kann nur im Beginne, d. h. so lange die Bewegung von F im Wachsen ist, eine Bewegung der Masse in dieser Richtung erfolgen. Wird die Bewegung von F und damit die Bewegungswirkung des Centrums aber constant, so muss die Reaction der entgegenwirkenden, unbegrenzt wachsenden, grossen Masse auf eine Grösse anwachsen, dass sie der Action das Gleichgewicht hält — also eine Bewegung, ein Strömen von Luft nach dieser Richtung verhindert.

Dies leuchtet unmittelbar ein, denn im ersten Falle bewegt ein unbegrenzt grosses Energiemagazin ein kleines und im zweiten Falle stehen die Kräfte des Kleinen gegen das unbegrenzt Grosse.

Durch diese Betrachtung wird wohl völlig klar, dass hinter der Fläche ein Luftstrom nachfliessen muss, der zuletzt d. h. dicht bei F eine axiale Richtung und auch bei Constanz völlig die Geschwindigkeit v der Fläche hat, während die auf der Vorderseite aus dem Wege geräumte Luft normal zu dieser axialen Richtung abströmen muss.

Versuche mit neuen Registrir-Drachen.

Von **Hugo L. Nikel**, k. u. k. technischer Assistent in Wien.

Die überaus günstigen Erfolge, welche mit hohen Drachenaufstiegen zwecks Erforschung der höheren Luftschichten namentlich in Amerika, letzterer Zeit aber auch in Deutschland erzielt wurden, haben mich veranlasst, die verschiedenen bisher bekannten Drachensysteme eingehend zu studiren, um schliesslich jene Construction, deren Princip Herr Kress bei seinen Drachenfliegern verwendet, einer gründlichen Erprobung im Grossen zu unterziehen.

Indem ich im Nachfolgenden meinen neuconstruirten Drachen vorführe, kann ich nicht umhin, auch an dieser Stelle meinem geschätzten Freunde, dem Herrn Ingenieur Kress, für seine werthvollen Rathschläge zum Baue dieses Drachens nochmals bestens zu danken.

Der neue Drache, von welchem umstehend zwei Momentbilder zu sehen sind, ist nach dem bewährten Princip der Flächentheilung construirt und mit einem doppelten Steuer, d. h. einem horizontalen und verticalen, ausge-

rüstet. Seine Dimensionen sind folgende: Länge 8 m, Breite 4 m; die Fläche beträgt 12 m². Derselbe besteht aus 2 mässig in der Drachenebene

Fig. 1.

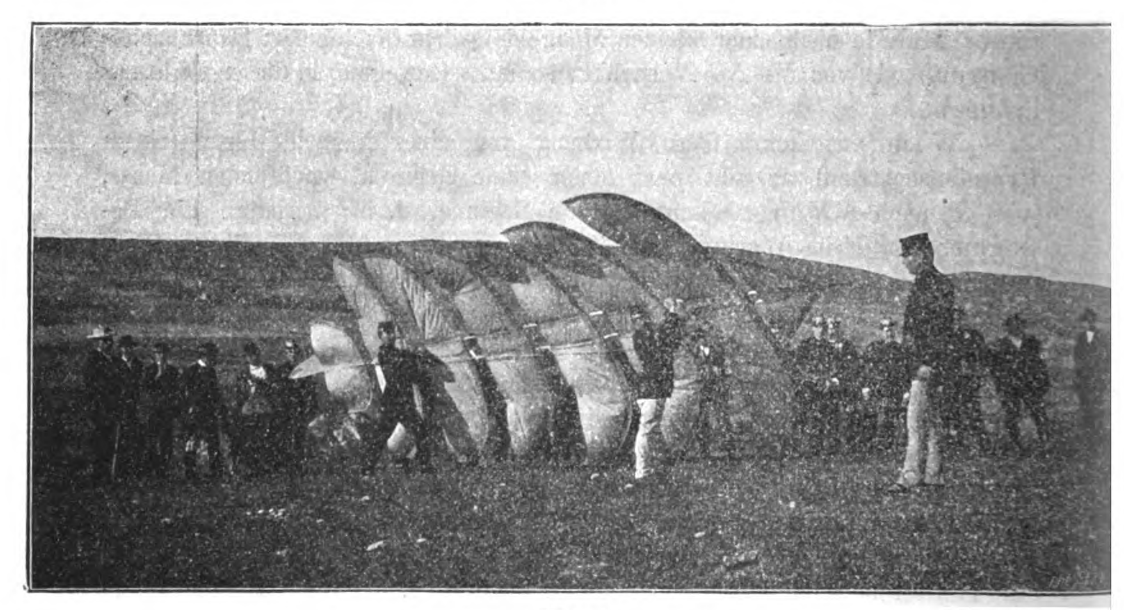


Fig. 2.



gebogenen, vorne und rückwärts in Spitzen vereinigten Fichtenstäben und beiderseits darauf befestigten senkrechten Querstäbchen, welche, untereinander und mit den beiden Stäben durch ein brückenartiges Gitterwerk aus Stahldraht verbunden, die Achse bilden und derselben eine grosse Steifheit verleihen. Auf dieser Achse sind in bestimmten Abständen 6 Paar flügelförmige, aus Shirting und Weidenruthen hergestellte Drachenflächen angebracht, welche wieder untereinander, mit der Achse und den beiden Steuern fest verbunden sind. Trotz einer ganz bedeutenden Festigkeit beträgt das Gewicht dieses Drachens blos $7^1/_2$ kg.

Die ersten Versuche wurden am 19. August l. J. auf dem östlich von Krzeszowice (Galizien) gelegenen Hügel Winnica vorgenommen. Es wehte ein mässiger Nordost, dessen Geschwindigkeit zwischen 3—5 m schwankte. Schon beim Transport äusserte sich die Kraft des Drachens ganz gewaltig und hatten zwei Mann Mühe, ihn zu halten. Nach einigen kleinen Zwischenfällen, so z. B. dem Scheuwerden von Pferden etc., war der Hügel erstiegen, der Drache wurde flach niedergelegt und mit Steinen belastet. Nach Ermittelung des günstigsten Punktes habe ich dort einen starken Eichenpfahl in die Erde treiben lassen und daran den mit einer Bandbremse versehenen, horizontal und vertical beweglichen Haspel eingehängt. Nun konnte die auf 100 kg Zugfestigkeit erprobte Leine abgewickelt und der Drache daran befestigt werden. Sodann erfolgte die genaue Einstellung des Drachens gegen den Wind, eine Spannung der Leine und endlich — klopfenden Herzens — die Hebung der Spitze. Schon bei einem ∢ von 45° war der Drache kaum mehr zu halten und erhob sich nach dem Loslassen rauschend in die Höhe. Es war prächtig anzusehen, wie würdevoll und doch zugleich hastig das Ungeheuer hinaufsauste. Eine in der Nähe weidende Heerde von Ziegen und Kühen nahm furchtbar erschreckt sofort Reissaus und selbst die zudringlichen Zuschauer jagten anfangs mit verstörten Gesichtern auseinander. — Als der Drache oben seine Ruhe erlangt hatte, wurde die Leine langsam nachgelassen und stieg derselbe nun auf die ganze Länge von 340 m.

Ueberraschend war der erste Aufstieg namentlich deshalb, weil die sogenannte Wage sich selbst unter den günstigsten Winkel einstellte; was ich einfach auf die Art erreichte, dass der Knoten der rückwärtigen Schnur nicht festgeknüpft, sondern auf den beiden vorderen verschiebbar befestigt wurde. Nebenbei sei noch erwähnt, dass eine Ausbalancirung des Drachens überhaupt nicht vorgenommen wurde und die Ruhe und Stabilität desselben nur der genau symetrischen Bauart zu verdanken war.

Zur Sicherheit des Landens habe ich am Steuerhals eine 10 m lange, frei herabhängende Leine angebracht, welche sich vortrefflich bewährte, da durch deren Rückwärtsziehen der Drache stets flach landete und so vor Beschädigungen bewahrt blieb. Bei den vielen vorgenommenen Versuchen ist nicht ein einziger Unfall beim Hochlassen oder Landen vorgekommen,

und ist diese Sicherheit des Aufstiegs bei richtiger Behandlung, die Ruhe und Stabilität hoch oben und die Gefahrlosigkeit beim Landen eine ganz ausserordentliche. —

Ein einziges Mal brach eine Drachenfläche durch Unachtsamkeit, indem der Drache — ohne mit Steinen entsprechend beschwert oder bewacht worden zu sein, — frei auf der Erde liegen blieb. Ein plötzlicher Windstoss erhob und schleuderte ihn jählings an einen Steinhaufen, was ihm so übel bekam. Da indessen ein Drachenverbandzeug vorsichtshalber mitgenommen wurde, konnte diese Fractur auch sofort behoben werden und in wenigen Minuten schwang sich der Drache wieder lustig in die Lüfte. —

Die am 20. und 21. August fortgesetzten Versuche haben mir die grosse Brauchbarkeit dieses Drachens mannigfaltig bewiesen. Mehrfach vorgenommene Ballastproben ergaben bei einem Winde von 5 m eine Tragfähigkeit von 8—10 kg, wobei die Leine von $4^1/_2$ kg und das Gewicht des Drachens nicht miteingerechnet erscheint. Leider fehlten mir die nöthigen Instrumente zur weiteren Fortsetzung dieser so interessanten Experimente und müssen dieselben daher blos als einfache Vorversuche mit einem neuen Drachensystem angesehen werden. Immerhin bieten sie viele neue Anhaltspunkte zur Construction vollkommen brauchbarer Drachen und werden namentlich seitens der Herrn Meteorologen gewiss Beifall finden.

Von Interesse dürften auch meine Versuche des sogenannten „Wetterschiessens" sein, zu welchem dieser Drache in Anwendung kam. Der Vorgang hiebei war folgender: Der Drache wurde durch fortschreitendes Herunterdrücken der Leine so nahe zur Erde gebracht, dass die Landungsleine ergriffen werden konnte. Durch Befestigung von adjustirten Dynamitpatronen an dieselbe wurde nach Anbrennen der Zündschnur diese Leine wieder frei gelassen. Der Drache erhob sich und erst in voller Höhe explodirten die Patronen nacheinander unter scharfen Detonationen, welche stets von mehrere Sekunden andauerndem Rollen begleitet waren.

Zum Schlusse sei noch erwähnt, dass der Drache auch zum Gleitflug verwendet werden kann und ich durch Herabspringen von ca. 8 m hohen Rideaux ziemlich weite Strecken anstandlos zurücklegen konnte.

Durch die ausserordentlich günstigen Ergebnisse aufgemuntert, gehe ich eben daran, noch grössere verbesserte Drachen zu construiren, um mit denselben endlich in einen ehrlichen Wettbewerb gegen die Drachenballons treten zu können.

Wien, am 17. October 1898.

Aëronautische Ausstellung in der Kaiserjubiläums-Ausstellung in Wien.

Von **Franz Hinterstoisser.**

„Die Ausstellung für Luftschiffahrt nimmt im Parke nächst der „Urania“ ein Territorium von 10.000 Quadratmetern Ausdehnung ein. Die Apparate sind von der Ballonfabrik August Riedinger in Augsburg beigestellt. Als berathendes und überwachendes Organ fungirt mit Erlaubniss des k. und k. Reichs-Kriegsministeriums der k. und k. Oberlieutenant Franz Hinterstoisser, Commandant der militär-aëronautischen Anstalt.

„Es wird sowohl ein Freiballon, als auch ein „Ballon captif“ auffahren. Die nothwendigen technischen Sicherheits-Einrichtungen sowohl für den Fesselballon, als auch für den Freiballon sind in der ausreichendsten Weise vorgesehen.

„Als Ballon captif oder Fesselballon wird zum erstenmal ein sogenannter „Drachenballon“ dem Wiener Publikum vorgeführt. Er hat die Form einer Walze, ist 7.2 Meter hoch und 33 Meter lang; an dem einen Ende dieses walzenförmigen Ballonkörpers ist ein „Steuersack“ angehängt, der durch den Wind mit Luft gefüllt wird, durch welche Luftfüllung bewirkt wird, dass sich der Ballon mit seiner vorderen Spitze immer gegen den Wind stellt; auf diese Weise wird der Luftwiderstand so gering als möglich gemacht, und ferner wird damit erreicht, dass der Ballon auch bei stärkerem Winde verhältnissmässig ruhig steht. Der Fahrpreis für die Auffahrt mit dem Ballon captif, welcher sich 300 Meter hoch über den Ausstellungsplatz erhebt, beträgt für jede Person 5 Kronen oder fl. 2.50. Da der Ballon eine absolute Höhe von 460 Metern erreicht, befinden sich die Insassen der Gondel fast in der Höhe der Spitze des Kahlenberges und höher als der Gipfel des Leopoldsberges. Während der Tageszeit dient dieser Ballon zu Fesselfahrten; während der Nachtstunden wird er von der Rotunde und vom Viaduct nächst dem Praterstern mit elektrischen Scheinwerfern beleuchtet und bildet dann ein colossales, weithin sichtbares Wahrzeichen der Ausstellung.

„Zu Freifahrten wird ein Kugelballon verwendet, der einen Inhalt von 1500 Kubikmetern hat. So oft sich eine genügende Zahl von Theilnehmern meldet, wird eine Freifahrt veranstaltet. Der Korb fasst mit dem Führer vier Personen; es können also immer drei Theilnehmer eine Fahrt mitmachen. Die Fahrt wird etwa 4 bis 5 Stunden dauern, wobei der Ballon eine Höhe von 2000 bis 3000 Metern erreichen wird. Als Fahrgeld hat jeder Theilnehmer fl. 110 zu entrichten. Die Anmeldungen sind an die Luftschiffahrts-Abtheilung der Jubiläums-Ausstellung Wien 1898 zu richten. Zu beiden Ballons wurde das beste Material verwendet, und es ist auch für die grösstmögliche Sicherheit Sorge getragen worden.

„Eine aëronautische Ausstellung auf dem Terrain der Luftschiffahrts-Ausstellung macht das Publikum mit der Geschichte und dem neuesten Stande der Luftschiffahrt bekannt.“

So war im allgemeinen Führer durch die Kaiserjubiläums-Ausstellung zu lesen.

Bis die Ausstellung aber perfect wurde, bis wirklich auch ein Captif-Ballon unsere Ausstellung schmückte, das hat etwas lange gedauert.

Im Syndicate der Urania, welche einen hervorragenden Antheil an der Ausstellung hatte, war ich Referent für Luftschiffahrt, oder wie es dort gut deutsch heisst, für Aëronautik. Es war daher meine Pflicht, dafür zu sorgen, dass auch Lehrreiches auf dem Gebiete der Luftschiffahrt ausgestellt würde. Ich dachte hin und dachte her, correspondirte lebhaft mit den Herren Hauptmann Moedebeck und Gross, die ich mit Stolz zu meinen Berathern und Freunden zählen darf, und wurde nolens volens von allen Seiten auf die Ballonfabrik A. Riedinger gelenkt. Ich muss wohl volens mit gesperrten Lettern schreiben, denn ich bin ja einer der aufrichtigsten und überzeugtesten Verehrer des Drachenballons und habe gleich mit ganzer Seele zugegriffen.

Eine umfangreiche Correspondenz wurde eingeleitet — endlich in der elften Stunde wurde alles Handeleins. —

Jetzt galt es hier in Wien die Wege zu ebnen. Denn horribile dictu auch in der Urania selber gab es genug Hindernisse zu überwinden. Speciell die Gruppe Astronomie fürchtete durch Activirung eines Ballon captif unmittelbar neben der Urania ein Tingeltangel zu schaffen. Ich habe wahrlich darob die Worte bei den Verhandlungen nicht auf die Wagschale gelegt, aber schon nach der zweiten Sitzung war auch jenen klar, dass dieses Gestirn am Himmel den Gelehrten kein Haar krümmen würde.

Dann kamen die Verhandlungen mit der Polizei! Die Geschichte war sehr schwierig zu machen! Nun, Herr Riedinger kann davon erzählen. Schier endlos schienen alle diese Sitzungen und Commissionen, und mit knapper Noth konnte am 7. Mai die Ausstellung, die aëronautische Ausstellung, eröffnet und der Ballon-captif, der Drachenballon, in Dienst gestellt werden. Nicht weniger als 14 Artikel, die alle peinlichst erfüllt werden mussten, waren mit der Bewilligung der Fesselfahrten verquickt. —

Herr A. Riedinger war und ist wirklich zu bewundern, dass er nicht zurückschreckte vor dieser Riesenaufgabe, die er sich gestellt. Derselbe scheute kein Opfer — und es wurden grosse gefordert — und keine Mühe, bis alles klipp und klar.

Da muss ich gleich erwähnen, dass die elektrische Winde anfangs viele, ja sehr viele Kinderkrankheiten zu überwinden hatte, bis endlich der Ballon auch bei starkem Winde (über 12 m) anstandslos eingeholt werden konnte. Es würde zu weit führen, wollte ich alles das erzählen, was alles

zu überwinden, wie oft Herr Riedinger Grund gehabt hätte, am Gelingen des Ganzen zu zweifeln. Endlich war aber alles fertig, fix und fertig, und es ging.

Und jetzt, da alles gut vorüber, muss jeder Unbetheiligte sagen, es ging alles sehr gut, vorzüglich, und alle werden eingestehen müssen, so wie der Eiffelthurm der Glanzpunkt der Pariser Weltausstellung, so war der Drachenballon die Zierde und das interessanteste Wahrzeichen der Jubiläums-Ausstellung.

Herr Riedinger liess in weiser Vorsicht eine mächtige Ballonhalle für den Drachenballon bauen: 33 m lang, 10 m hoch. Und wie musste man diese Vorsicht loben! fast 50 % der Ausstellungstage waren von Jupiter pluvius oder vielmehr „blasius" — für ruhige Fesselfahrten unbrauchbar und da war eben die Halle ein überaus nothwendiger Zufluchtsort für den Ballon.

Es gab wohl noch keine Ausstellung, wo ein Ballon captif in Betrieb war, die sich rühmen konnte, eine so kostspielige Ballonhalle besessen zu haben.

Die Ausstellung konnte aus all' den angeführten Gründen auch keinen nennenswerten Ueberschuss aufweisen, und es ist nur der Ausdauer des Herrn Riedinger zu danken, dass kein grosses Deficit entstand, zumal wenn man bedenkt, unter welch' ungünstigen politischen Auspicien die Ausstellung eröffnet wurde: dass durch den tieferschütternden, so jähen Tode unserer hohen Kaiserin, durch die allgemeine Landestrauer die Wiener und die Fremden den Besuch der Ausstellung im Prater zum grössten Theil unterliessen. Es ging das Alles auch nicht spurlos an der aëronautischen Exposition vorüber.

Wollen wir kurz die Frequenz der Besuche in Rechnung ziehen, so sind folgende Zahlen zu nennen:

Besucher der Ausstellung: 32500; Fesselfahrten des Ballons bis 18. September 950; (gezahlte) Freifahrten bis 17. September 17.

Am Schluss der Austtellung werden also etwa 1200 Fesselfahrten und ca. 20 bis 25 Freifahrten durchgeführt worden sein. Für hiesige Verhältnisse wohl genug. —

Das hauptsächlichste Ergebniss der Luftschiffahrts-Abtheilung der Jubiläums-Ausstellung ist wohl, dass der Drachenballon wiederholt sein Uebergewicht über den Kugelballon als Fesselballon erwiesen hat.

Ich habe einige Male bei mächtigen Windstössen und Stürmen es für unmöglich gehalten, dass der Drachenballon bestehen können würde, und siehe, er ist jetzt noch gerade so vorzüglich und tadellos wie bei Beginn der Ausstellung! —

Doch halt, bald hätte ich noch einen Kobold vergessen! Es ist das der grosse Aussichtsthurm in der Nähe des Ballonplatzes.

Ja, richtig, der Aussichtsthurm 30 m hoch, mit Eisenspitzen ringsum.

Und dazu Artikel VII der Polizei-Vorschrift:

„Der Betrieb des Fesselballons ist einzustellen, wenn der Wind, von den Verankerungspflöcken aus gerechnet, gegen den Thurm weht.“ Der Thurmwind war das grösste Hinderniss, und wie oft mussten wir ihn constatiren.

Die Frage wirft sich von selber auf: war denn für den lieben Aussichtsthurm gar kein anderer Platz in der weiten grossen Ausstellung als gerade an der Luftschifferplanke? —

Ach gewiss, aber wie das schon zu geschehen pflegt, der Luftschiffahrtsplatz und der Thurm waren heute da und morgen dort projectirt, beide wurden solange hin- und hergeschoben, bis beide Antipoden endlich ganz bei einander standen und sich anstierten; als dann das Fundament des Thurmes fertig war, himmelhochstrebend die eisernen Gerüste montirt wurden und auch die Ballonhalle schon aus dem Boden herauswuchs — da war es zu spät, Front zu machen und einen anderen Platz zu suchen.

Am Schlusse mussten sich der Thurm, der böse Geselle, und der Drachenballon, das nächtliche Ungethüm, vertragen lernen.

War Abends dann für das fahrende Publikum der Betrieb eingestellt, stieg der unbemannte Ballon bis 700 m hoch und wurde von Ost und West mit Reflectoren beleuchtet, so dass man, wenn man sich auf 15 km der Stadt Wien näherte, dieses strahlende, fliegende Monstrum sehen konnte. —

Und alle hatten eine Freude daran. —

Die Riedinger'sche aëronautische Ausstellung hat jedenfalls in ihren Räumen das modernste Luftschiffer-Material ausgestellt. Hier muss auch Herr Gemeinderath Viktor Silberer dankbarst Erwähnung finden, der sein ganzes prächtiges Material zu Ausstellungszwecken zur Verfügung stellte.

Und auch an die Aviatiker ward gedacht. Der Liebenswürdigkeit des Herrn k. k. Assistenten Nikel ist es zu danken, dass wunderschöne Exemplare von Vögeln beigestellt wurden, die mit ihren mächtigen Schwingen die einzelnen Objecte der Ausstellung beschatteten.

Und nun, da Alles zu Ende und die Kaiserjubiläums-Ausstellung geschlossen wird, welche Zeugniss ablegte von der Liebe und Dankbarkeit der Unterthanen zu ihrem Monarchen, können wir der Hoffnung Ausdruck geben, dass die Ausstellung ein würdiger Huldigungsakt für den geliebten Kaiser gewesen und dass dieselbe dem Herzen des grossen Reiches, der herrlichen Stadt, in der die Ausstellung veranstaltet war, neue Bewunderer und Freunde zuführte, ihr Ansehen und ihre Erwerbskraft erhöhte: Zur Freude und zur Befriedigung ihres ersten Bürgers, des grossen Friedensfürsten, unseres geliebten Kaisers Franz Josef.

Die Ausstellung währte vom 7. Mai bis 10. September 1898.

Zum Artikel des Herrn Wilhelm Kress: Ueber dynamische Luftschiffahrt u. s. w.

Von **Karl Lorenz in Wien.**

Herr Kress hat im Juni-Juli Heft dieser Zeitschrift die Principien, welche ihn beim Baue seines grossen Drachenfliegers leiten werden, der Oeffentlichkeit zur Beurtheilung übergeben und damit Gelegenheit zu einer sachlichen Discussion geboten.

Wenngleich die vorgeführten, freifliegenden Modelle mit grossem Geschicke zusammengestellt sind, so erlaube ich mir dennoch die aus dem Fluge derselben gezogenen Schlüsse zu bezweifeln, wie dies ja auch die älteren Mitglieder des Wiener Flugtechnischen Vereines während der langen Jahre thaten, in welchen diese Apparate bereits zu sehen waren. Erst heuer brachte ein plötzlicher Umschwung einige Grundpfeiler der Wiener aviatischen Schule zum Wanken und zu einer sanguinischen Auffassung des Flugproblems, welche sich hauptsächlich auf die subjectiven Kress'schen Anschauungen stützt. Nunmehr zur eingangs bezogenen Abhandlung!

Gleich anfangs bekennt sich Herr Kress als einen Verächter der Theorie und spricht allen, somit auch den aus 20jähriger Arbeit gewonnenen Grundformeln Loessl's jeden praktischen Werth ab, um sich schliesslich nach einigen allgemeinen Sätzen den günstigsten Lilienthal'schen Formeln zuzuwenden. Damit ist zugegeben, dass das Fliegen mit einem nach Kress gebautem Drachenflieger theoretisch noch nicht gewährleistet ist und der ganze Bau desselben Gefühlssache bleibt.

Die Beweiskraft, welche einem freifliegend vorgeführten, 600 Gramm schweren Drachenflieger beigemessen wird, beruht aber auf einem grossen Irrthume. Abgesehen davon, dass der Vortragende trotz seiner einleitend gemachten Bemerkungen Schlüsse über das Tragvermögen der Drachenflächen auf der allerdings ziemlich allgemein anerkannten Thatsache aufbaut, dass der Luftdruck mit dem Quadrate der Geschwindigkeit wächst, anstatt den beschwerten Drachen schneller fliegen zu lassen und damit einen Beweis zu führen, bleibt die Frage zu beantworten, ob die Fläche des Modelles mit dem kleinen Neigungswinkel von 3° denn wirklich bei 4 m Geschwindigkeit 600 Gramm nicht nur trägt, sondern überdies noch hebt und damit das Grundfalsche der Lössl'schen Widerstandsformeln darthut. Mir persönlich scheinen jahrelange, subtil angestellte Versuche denn doch mehr Beweiskraft zu haben, als dieses eine Experiment, weshalb ich glaube, dass der Grund für die ganze Erscheinung anderswo zu suchen sein müsse. Bei Betrachtung der Wirkungsweise des Modelles findet man, dass sich zusammengedrehte Gummischnüre sehr rasch entspannen, indem sie zwei verhältnissmässig grosse Luftschrauben in Rotation versetzen und dem Drachen dadurch einen sehr starken Antrieb nach vorne ertheilen. Derselbe fährt daher anfangs wie ein geworfener Gegenstand ein Stück gerade aus, be-

schreibt dann, sich auf- und abwärts neigend, flache Kurven, um schliesslich bei stark verzögerter Geschwindigkeit unter einem grossen Neigungswinkel nach aufwärts zu fliegen. Die Längenachse des Drachens bleibt also nicht horizontal, weshalb vorerst der kleine Flächenwinkel nicht in Rechnung gesetzt werden darf. Ausserdem neigen sich aber auch die Schraubenachsen mit dem ganzen Apparate gegen den Horizont, so dass nun nicht mehr die Tragflächen allein, sondern auch die Schrauben und der von denselben anfangs ausgeübte starke Impuls das Gewicht des Flugkörpers je nach der momentanen Lage desselben tragen helfen, weshalb aus diesem Experimente ein Schluss auf die Unrichtigkeit der vielfach erprobten Loessl'schen Formeln nicht gezogen werden kann. Der Antheil der Schrauben an der Hebearbeit kann aber in den einzelnen Bewegungsphasen nicht einmal geschätzt werden, weil über die Grösse der verbrauchten Arbeit keine Anhaltspunkte vorliegen und aus diesem letzten Grunde sind die Versuche mit diesen kleinen Modellen praktisch von geringem Werthe. Eine Thatsache ist es auch, dass nahezu alle modernen Constructeure von Drachen, wie Maxim, Langley, Ader u. s. w., entweder viel ungünstigere Widerstandsformeln zu Grunde legten, als Kress, oder doch mit einem viel grösseren Sicherheitscoefficienten arbeiteten als dieser, was sich unwiderleglich aus der grossen, für die Gewichtseinheit vorgesehenen Maschinenkraft darthun lässt.

Merkwürdig bleibt es, dass der Vortagende dem folgenden Experimente mit einer Probeschraube, die ihr eigenes Gewicht mindestens 3 mal so hoch hebt als der Drache und deshalb auch eine relativ grosse absolute Arbeit leistet, so wenig Bedeutung beilegte. Allerdings hat der Experimentator durch die Beihilfe Hofrath Boltzmanns vor 2 Jahren grössere Versuche mit ähnlich construirten Schrauben im technischen Militär-Comité zu Wien veranstaltet, welche angeblich einen sehr schönen Erfolg — die Hebung von $26^1/_2$ kg pro Pferdestärke — ergaben. Es muss aber Wunder nehmen, dass diese Versuche plötzlich abgebrochen wurden, ohne dass über dieselben auch nur das Geringste bekannt wurde, da bei dem erzielten Resultate die Ausführbarkeit im Grossen gesichert sein müsste, wenn nicht unüberwindbare Schwierigkeiten, wie etwa eine ausserordentliche Flächenentwicklung bei einer geringen erreichbaren Geschwindigkeit hinderlich im Wege gestanden wären. Thatsache ist, dass diese Experimente in ein mystisches Dunkel gehüllt blieben und demnach wahrscheinlich die Wellner'schen Versuche damit noch nicht überflügelt wurden.

Nach einigen Bemerkungen über den Ruderflug geht Herr Kress auf den Drachenflieger über, den er nach Gebühr lobt. Der Aufflug, das Landen und der Einfluss des Windes soll später besprochen werden, vorläufig aber ein Experiment, bei welchem ein und dieselbe Schraube bei demselben Arbeitsaufwande einmal zum Steigen und dann zum Vortriebe eines Drachens verwendet wurde, einer kleinen Kritik unterzogen werden. Jedermann weiss, dass eine Schraube dem Zwecke, welchem sie dienen soll,

constructiv angepasst sein muss, und keinem Menschen würde es einfallen, eine rasch rotirende Propulsionsschraube mit grosser Steigung zur Hebung in verticaler Richtung zu verwenden. Es ist also nur eine grobe, wohl unbewusste Täuchung, wenn in diesem Experimente die sinkende Vortriebschraube für den Drachen ausgespielt wird, bei welchem sie mit einem ihrer Construction entsprechenden Nutzeffecte arbeiten konnte und noch durch eine im ersten Falle nutzlos mitgefühte Tragfläche unterstützt wurde.

Und nun zu dem eigenen Projecte. Ich kann aus demselben mit bestem Willen nichts Neues, Besonderes, Bahnbrechendes herausfinden, glaube vielmehr, dass die Verbindung mit dem Schlittenboote eine Verschlechterung der ganzen Construction bedeutet. Aus dieser Combination schimmert die Absicht durch, bei Misslingen der Flugversuche wenigstens ein motorisch bewegtes, neues Fahrzeug in die Welt zu lancieren, welches von der Adhäsion und damit von der Beschaffenheit des Weges ziemlich unabhängig ist. Dies wäre zweifellos ein Fortschritt, wenn die weit ausladenden Flügel dasselbe nicht schwerfällig und in unebenem Terrain unverwendbar machen würden. Auf vollkommen ebenen Eis- und Schneefeldern ist die Adhäsion aber so gering, dass man ganz gut ohne Tragflächen auskommen kann, weshalb derartige von Luftschrauben allein bewegte Fahrzeuge schon mehrmals vorgeschlagen wurden.

Für die ganze complicirte Construction bleiben abzüglich Bemannung und Maschine im besten Falle 300 kg über, was so wenig ist, dass man sich vom Anbeginne keine rechte Vorstellung über die Festigkeit derselben machen kann. Jedenfalls muss der Drache ein Kunstwerk werden. Dieses Kunstwerk soll auf dem Wasser seinen Siegeslauf beginnen und ein schön gedachter Beweis zeigt, wie es sich aus demselben langsam in sein ureigenes Element heraushebt. In Wirklichkeit wird sich die Sache anders verhalten. Die ungünstige Schifform wird bei etwas grösseren Geschwindigkeiten eine starke Wellenbildung hervorrufen, die abgesehen vom vermehrten Wasserwiderstande zu Bewegunsschwankungen des Schhiffskörpers führen wird, welche durch die daraus resultirenden Neigungsänderungen der Tragflächen vervielfacht werden. Diesbezüglich wird mir wohl jeder Recht geben, der bei einer Brise von ca. 10 Secundenmetern, in einem kleinen, überaus leichten und flachen Boote sass, das durch eine Segelfläche von 80 m² überlastet ist. Hiezu kommt noch die Leichtigkeit der ganzen Construction, welche durch den Maschinen- und Winddruck wahrscheinlich Deformationen erfahren wird, die alle Vorausberechnungen über den Haufen werfen werden. Ein' gutes Prognostikon kann man diesem künstlichen Wasservogel also wohl nicht stellen, selbst wenn er mit seinen Schlittenkufen über das flache Land holpern würde. Bleibt also nur mehr gefrorenes Wasser — glattes Eis!

Die Bemerkungen des Vortragenden über die gewiss zu erwartende Stabilität sind ganz unzutreffend, weil es sich nicht um Windstösse in der

Bewegungsrichtung des Drachens, sondern um seitlich oder überhaupt unter einem Winkel plötzlich andringende Luftströme handelt, welche bisher leider noch immer sehr verhängnissvoll waren. Es genügt hier ein Hinweis auf den traurigen Unfall des an Erfahrungen so reichen Lilienthal und vielleicht auch auf die vor nicht so langer Zeit missglückte Versuchsfahrt des „Avion.“ Gerade dieser letztere hat aber abgesehen von mehreren principiellen Differenzen, viel Gemeinsames mit dem Kress'schen Fahrzeuge, wie die Krümmung der Tragflächen, die gegenläufigen Vortriebsschrauben und schliesslich die Gewichtsverhältnisse des Apparates.

In ganz entschiedenem Gegensatze mit allen zeitgenössischen Drachenconstructeuren, befindet Herr Kress sich bezüglich der Kraftfrage. Es kommen nämlich auf eine Pferdekraft bei Langley 8, bei Maxim 9, bei Ader 12, bei Kress aber — 30 kg Gesammtgewicht zu heben.

Mir speciell macht es den Eindruck als ob die sofortige Construction eines grossen Drachenfliegers, der gerade 1000 mal so schwer sein soll, als das kleine, flugfähige Modell, etwas überstürzt gewesen wäre und als ob der für diesen Zweck gesicherte Betrag von 20000 Gulden kaum bis zur Ausführung der ersten Versuche anhalten dürfte, worin ich umsomehr bestärkt werde, wenn ich die grosse Vorsicht bedenke, mit der Aviatiker anderer Länder zu Werke gehen, denen der ganze Unternehmungsgeist ihrer Nation zur Verfügung steht.

Ich habe hier als ausgesprochener, offener Gegner der Kress'schen Projecte auf die schwachen Stellen derselben aufmerksam gemacht, um nicht post festum mit meinen Bedenken hervortreten zu müssen, was Herrn Kress, nachdem sein Drachenflieger financiell gesichert ist, umsoweniger berühren dürfte, als er selbst stets gewohnt war, anderen Meinungen schroff entgegenzutreten.

Kleinere Mittheilungen.

L'„Avion“.[1]) Der Avion ist ein neues Luftschiff, welches der französische Ingenieur M. Ader erfand und construirte. Nach den Beobachtungen des Erfinders hat die Natur für alle Organe, welche dem thierischen Fluge dienen, eine eigenartige Krümmung (la spirale) vorgesehen, welche sich sowohl in der einzelnen Feder, als in den Flügeln aller Vögel, Fledermäuse und Insecten nachweisen lässt. Dieses Princip bildet nach M. Ader die Basis der Aviatik und kam demnach auch bei seinem grossen „mechanischen Vogel“ zur Anwendung. Die weit ausgreifenden Flügel besitzen ein hohles Gerüste aus geleimten Bambusfasern von ausserordentlicher Steifheit und Leichtigkeit, welches durch sehnenartige Stahlschnüre versteift und mit Seide überzogen ist. Die Flügel sind am Schulterpunkte nach vor- und rückwärts beweglich, damit der Schwermittelpunkt des Apparates verlegt werden kann und vollkommen zusammenfaltbar, dienen aber nicht zum Schlagen. Den Vortrieb besorgen 2 an der Stirnseite des Apparates angebrachte, 4 flügelige Schrauben von

[1]) L'Illustration vom 28. 7. 98.

ca. 3 m Durchmesser aus Bambusfasern, welche sich in einer Ebene gegenläufig drehen und von einander vollkommen unabhängig sind. Jede dieser Schrauben wird von einem Motor angetrieben, der eine fabelhafte Kraftleistung in einem kleinen Volumen und einem geringen Gewichte concentrirt. Die Betriebskraft ist Dampf, der Brennstoff Alkohol. Der Rohrkessel gestattet eine sehr rasche Dampfentwicklung. Der entweichende Dampf verflüssigt sich in einem Luftcondensator am Rücken des Apparates zur Genüge, so dass kein Wasser verloren geht. Jeder der beiden 4 cylindrigen Motoren mit doppelter Expansion leistet 20 Pferdestärken. Alle Stücke sind aus Gussstahlblöcken herausgeschnitten. weshalb das Maschinengewicht 1 kg, das Gesammtgewicht des Generators, Condensators und der Maschine 8 kg pro nominelle Pferdekraft nicht überschreitet. Die Lenkung des Apparates erfolgt entweder durch ein mit Hilfe eines Pedales zu bedienendes Steuer oder durch Geschwindigkeitsdifferenzen der Schrauben. Im Uebrigen genügen 3 bis 4 Handgriffe für alle nothwendigen Verrichtungen. Das fertiggestellte Modell hat eine Spannweite von 15 m bei einem Gesammtgewichte von 258 kg, welches bei voller Beladung auf 500 kg ansteigt. Je nach Belastung haben die Flügel 10 bis 20 kg pro Quadratmeter zu tragen.

Der Avion wurde ganz im Geheimen unter dem Schutze des französischen Kriegsdepartements und unter Ueberwachung durch eine Commission aus 8 Generalen und 2 Mitgliedern des „Institutes“ in den Jahren 1892 bis 1897 construirt. Die erste Probefahrt fand am 14. Oktober v. J. auf einer grossen Kreisbahn von 450 m Durchmesser und 40 m Breite auf dem Exercirplatze von Satory statt. Die Bahn war festgestampft und vollkommen eben hergestellt. Die Flugmaschine durchlief dieselbe zuerst auf ihren Rädern mit weit ausgespannten Flügeln bei mässiger Geschwindigkeit mehrere Male. Bei gesteigerter Schnelligkeit erhob sich dieselbe schliesslich und wurde von M. Ader gegen den Wind gerichtet. In diesem Momente kam ein Windstoss und der Erfinder verlangsamte die Geschwindigkeit, weil er fortgerissen zu werden fürchtete. Die fest eingestellten Räder berührten sofort den Boden, konnten sich aber bei der schiefen Stellung des Apparates nicht mehr bewegen und gruben sich in die Erde ein. Eine Flügelspitze stiess an die Fahrbahn und brach, die Maschine stürzte um, wobei die Schrauben zertrümmert wurden, während M. Ader heiler Haut entkommen konnte. Die Fahrbahn war während der Versuchsfahrt durch zahlreiche Posten für alle Zuseher abgesperrt. Als officielle Zeugen fungirten die Generale Mensier und Grillon, von denen ersterer in seinem Berichte an den damaligen Kriegsminister General Billot die Fortsetzung der Versuche empfahl, da nachgewiesen war, dass die vorhandene Maschinenkraft den Bedürfnissen der Aëronautik genügte und die Flügel ausreichten, den Apparat samt Zubehör zu tragen.

Nunmehr ist der Avion wieder reparirt und mit lenkbaren Rädern versehen. Die Wiederaufnahme der Versuche hängt jedoch vom Kriegsministerium ab. L.

Zu Herrn H. Weisse's Aufsatz über **Buttenstedt** in Heft Nr. 8, XVII. Es ist ein Grund dazu vorhanden, die theoretische Discussion der Flugfrage nicht einschlafen zu lassen, so unfruchtbar dieselbe gegenwärtig auch manchmal erscheinen möchte: es ist kaum zu erwarten, dass die Verdienste eines Flugmaschinenprojects, die hauptsächlich in technischen Details bestehen (wie z. B. bei dem von Herrn Kress), allgemeiner erkannt werden, so lang principielle Fragen so wenig geklärt sind und die Flugtechnik, Dank ihrer Complicirtheit, eine höchst respecteinflössende Physiognomie zeigt. So gesteht auch der Schreiber dieser Zeilen, mit einer gewissen „heiligen Scheu“ an den Aufsatz von Herrn Weisse herangetreten zu sein, sobald der Name Buttenstedt entdeckt war, doch machte dieselbe bald einer angenehmen Erleichterung Platz, als sich herausstellte, dass der Aufsatz nichts enthielt, was ernstlich zu

bestreiten wäre, mit Ausnahme einer wenig berechtigten Stellungnahme zu Personen.

Wenn das Buttenstedt'sche Flugprincip weiter nichts besagt, als dass die Flugarbeit hauptsächlich in der Ueberwindung von Stirnwiderstand besteht, so ist ja gar kein Grund vorhanden, dasselbe in der Theorie zu bestreiten.

Nur ist es schwer einzusehn, inwiefern Lilienthal, Langley oder Maxim andrer Ansicht gewesen sind, indem sie sich nur bemüht haben, diese Theorie nach besten Kräften in die Praxis zu übersetzen, was den Menschen von der widerspenstigen Luft leider nicht so leicht gemacht wird, wie den Vögeln. Was war z. B. das (nächst dem „naheliegendsten," der Verhütung des Halsbrechens durch Umkippen) Hauptziel der Segelflugversuche Chanute's und Herring's?

Den Apparat so zu bauen, dass die Schwerkraft ihn möglichst weit im Verhältniss zum Fall triebe.

Ist darum aber die Schwerkraft zum Flug nötig?

Ich denke nicht.

Man könnte ja den Versuch machen und eine Flugmaschine durch ein Gegengewicht entlasten, das über eine Rolle zöge, die auf einem Wägelchen angebracht wäre, das auf einem oben gespannten Drathseil in geeigneter Weise in der Flugrichtung und mit der Fluggeschwindigkeit getrieben würde. Flügelschläge, die allerdings nur durch Vermittelung der Schwerkraft „propellirend" wirken, dürften dabei nicht angewandt werden, sondern Schrauben, oder ad libitum Schaufelräder.

Ich glaube nicht, dass der Flug dann langsamer oder anstrengender würde.

Das ewige Schwärmen von der wunderbaren Wirkung der Schwere beim Flug kommt mir genau so vor, als ob man an der Dampfmaschine am meisten den Treibriemen bewundern würde. Man brauchte denselben nur noch elastisch zu machen und dann seine unermüdliche Triebkraft aus seiner Spannung zu erklären, so wäre das genaue Gegenstück zu Buttenstedt's Theorie geliefert. Elastische Spannung zeigt ja wohl, dass eine treibende Kraft wirksam ist, ruft dieselbe aber doch nicht hervor.

Es ist grade so, als behaupte man, die Elektricität, die den Wagen forttreibt, komme aus der kleinen Glühlampe, die anzeigt, dass der Strom cirkulirt. Dass eine geheimnissvolle und kolossale Kraft in der Atmosphäre stecke, behauptete mir gegenüber einmal ein Schreiner, der für mich das Modell eines Schraubenpropellers anfertigte.

Er sagte, wenn man einen solchen Propeller in grossen Dimensionen aufstelle, ihm einen ebensolchen in gewisser Entfernung gegenüberstelle, und den ersten in Betrieb setze, so würde der zweite eine ganz ungeheure Kraft liefern.

Ich möchte wissen, ob ein Techniker vor 50 Jahren, wenn er die Schnelligkeit und Fahrtdauer eines heutigen Fahrrads erster Klasse hätte bewundern können, die Erklärung dafür nicht ebenfalls in einer unentdekten Naturkraft weit eher als in blosser Vollendung technischer Details gesucht hätte.

In dem letzteren ist die Natur selbstverständlich eine Meisterin, gegen die wir nur Stümper sein können und darum brauchen uns ihre Resultate im Verhältniss zu unseren, weder zu verblüffen, noch zu verwirren. Dass die Vögel dennoch manchmal gewaltige Kraftproben ablegen, wird übrigens leicht klar, wenn man gelegentlich einen Ruderflug beobachtet, bei dem man sich sagen muss, dass mit jedem der rastlosen Flügelschläge fast das ganze Vogelgewicht um die durchschlagene Strecke gehoben wird.

Welch eine Leistung im Bergauffahren ergäbe das analog für einen Radfahrer!

New-York, October 1898. Carl Dienstbach.

Herr W. Karos in Wien schickt uns zu dem in Heft 6/7 mitgetheilten Prioritäts-Anspruche des Herrn Grafen Carelli in Betreff der **Anwendung von rotirenden Tragflächen** folgende Mittheilung:

In dem Hefte für Juni-Juli 98, Seite 169 fand ich eine Bemerkung zu meinem Artikel: Ein Universal-Drachenflieger mit rotirenden Tragflächen, wonach der Graf Giulio Carelli für sich die Priorität hinsichtlich der Anwendung von rotirenden Tragflächen zur Erzielung grosser Stabilität bei Flugapparaten in Anspruch nimmt.

Hiezu erlaube ich mir zu bemerken:

Ganz abgesehen von den Prioritätsansprüchen, handelt es sich bei meinem Systeme nicht nur, wie aus dem Titel meines Aufsatzes zu entnehmen wäre, um rotirende Tragflächen, sondern, meinen Ausführungen entsprechend, um rotirbare und verstellbare Tragflächen.

Ich bezeichne die von mir vorgeschlagene ringförmige, verstellbare Jalousie als eine Universal-Tragfläche, weil sie im geschlossenen Zustande, entgegen den vorgebrachten Einwendungen, vorzüglich als Gleitfläche (Drachenfläche), selbstverständlich auch als Fallschirmfläche verwendbar ist und im geöffneten Zustande, bei ihrer Rotation als Hubschraube zur Wirkung kommt. Da es sich diesmal nicht um eine Combination von Drachenflächen und Schraubenflächen handelt, sondern um eine Fläche, welche für die bei der Lösung des maschinellen Flugproblems fundamentalen Bewegungszustände als: Fallschirmartiges Sinken, horizontale Fortbewegung durch Aëroplanenwirkung und Uebergang aus dem Ruhezustande in Flugbewegung und umgekehrt durch Hubschraubenwirkung — die logisch einfachsten Formen annimmt, und hiebei stets voll zur Wirkung gelangt und keine wechselnde Beanspruchungen erfährt, bezeichne ich sie als Universal-Tragfläche.

Diese Anordnung bietet weitere praktische Vortheile, die ihr wohl nicht versagt werden können.

1) Indem die Fläche aus entsprechend steifem, gewichtigen Material hergestellt gedacht ist, z. B. aus dünnem Bleche, wird sie bei ihrer raschen Rotation zur Aufspeicherung von Energie in Form von lebendiger Kraft geeignet; und nun war es ein glücklicher Gedanke, in Anbetracht der Verstellbarkeit der Fläche, diese Energie für den Aufflug vom Boden und für die Landung wirkungsvoll auszunützen.

2) Diese Fläche wirkt, da sie aus schwerem Materiale hergestellt gedacht ist, bei ihrer Rotation, sowohl im geöffneten, als auch im geschlossenen Zustande, kreiselartig und hat das Bestreben, die Rotationsachse zu erhalten und damit den freifliegenden Apparat trotz der Stösse infolge der unregelmässig bewegten, umgebenden Luft, in der Gleichgewichtslage, und gewährleistet dem Flugapparate eine grosse Stabilität.

Auf diesen Punkt allein, kann sich wohl der Prioritätsanspruch des Herrn Grafen Carelli beziehen und es sei mir erlaubt, darauf hinzuweisen, dass dieser Gedanke schon in einer österreichischen Patent-Beschreibung über meinen Flugapparat vom Jahre 1895, (R. B. 45/3743, Priorität vom 27. März 95) deutlich hervorgehoben ist, welcher Gedanke sich aus der ganzen Anordnung mir von selbst ergab. Im Jahre 1896 hatte ich die Ehre, im Wiener flugtechnischen Vereine den Gegenstand öffentlich vorzubringen, wobei ich den Gedanken ebenfalls zum Ausdruck brachte.

Zum Schlusse erlaube ich mir, auf einen Bericht in der Zeitschrift „Aëronautische Mittheilungen" (Heft 4, 98) über das Project Carelli hinzuweisen, in welchem es sich, zu meinem Befremden nicht nur um rotirende, kreiselartig wirkende Flächen handelt, sondern wie aus der beigefügten Skizze ersichtlich ist, um eine

Schraubenfläche, welche der von mir vorgeschlagenen, vollen Jalousie-Schraube, bis auf den unwesentlichen Umstand der Ringform, vollkommen gleicht — wahrscheinlich aber nicht verstellbar ist.

Zur Richtigstellung. Die letzte Nummer der Zeitschrift für Luftschiffahrt enthält den Abdruck des Protokolles der am 4. Januar a. c. stattgehabten Plenarversammlung des „Flugtechnischen Vereines in Wien" und den Bericht über meinen damals inscenirten Vortrag.

Es wird in diesem Bericht ganz richtig referirt, dass ich in Folge Indisposition den Vortrag nicht selbst halten konnte, das Concept desselben vielmehr durch meinen Schwiegersohn, Herrn F. Stürmer, vorgelesen wurde.

Dieses Concept war nichts Anderes als das Manuscript meines in den beiden letzten Heften des Jahrganges 1897 erschienenen Aufsatzes: „das Flugprincip und die Schaufelradflugmaschine", dessen Inhalt ich auch heute noch voll und ganz vertrete.

Das Referat des Schriftführers des Wiener Vereines qualificirt sich jedoch als eine derartige, gelinde gesagt „Entstellung," dass der so dargestellte Sinn meiner Ausführungen geradezu eine Sünde wider den gesunden Menschenverstand involvirt und ich mich veranlasst sehe, die tit. Leser dieser Zeitschrift zu einem Vergleich des Protokolles mit dem erwähnten Aufsatze einzuladen.

Von Berichtigungen einzelner Punkte in meinem Vortrag durch Herrn Kress, als was der Redacteur des Protokolles die Erwiderungen des Herrn Kress bezeichnet, war keine Rede, denn auch die neben ganz nebensächlichen Bemerkungen gefallene Behauptung des Letzteren, dass auch bei seinen Drachenfliegermodellen der Schwerpunkt sich, wie ich als bisher vernachlässigte Nothwendigkeit nachwies, v o r dem Mittel der Tragflächen befinde, ist nur insofern richtig, als seine bezüglichen Apparate, wenn ohne Eigenbewegung dem Fall überlassen, sich nach vorn neigen. Hat das Modell aber neben der Schwerkraftswirkung noch eine Eigenbewegung in der Horizontalen, so rückt das Mittel oder die Resultirende des Luftdruckes unter den Tragflächen (und um diese handelt es sich, nicht um das geometrische Mittel unter den tragenden Flächen) bekanntlich nach vorn und muss bei den Kress'schen Apparaten v o r dem Schwerpunkt liegen, da sonst eine drachenartige Neigung der Flächen nach hinten nicht möglich ist. (Siehe Seite 268—267 meines Aufsatzes in dieser Zeitschrift, woraus sich auch das negative Resultat der Versuche mit dem projectirten grossen Kress'schen Drachenflieger und Automobilschlittenboot mit Sicherheit prognosticiren lässt).

Die Tendenz der mit dem Thatbestand nicht übereinstimmenden Fassung des publicirten Protokolles ist zu leicht erkennbar, als dass es nöthig wäre, näher darauf einzugehen.

München, September 1898. Gustav Koch.

Erklärung. Angesichts des Artikels von Karos „Ein Universaldrachenflieger mit rotirenden Tragflächen" und der darauf bezüglichen Mitteilung des Grafen Carelli in Turin gestattet sich Unterzeichneter die Erklärung, dass er Ende Mai vorigen Jahres bei einem befreundeten Advocaten und öffentl. Notar hier Manuscripte und Skizzen bezüglich auf die Aufrechterhaltung der Stabilität eines Drachenfliegers durch Anwendung rotirender Tragflächen hinterlegte. Ich veröffentlichte nicht diese Idee, da ich hoffte, sie erst praktisch demonstriren zu können. Von Carelli war mir nichts bekannt und ich hielt die Idee, der ich Tragweite zuschrieb, für mein ausschliessliches Eigenthum. —

Anschliessend möchte ich noch erwähnen, welche Freude mir das Project und die Bestrebungen des Herrn Kress bereiten. Erfolge in der Flugtechnik sind gegenwärtig noch mehr eine Sache der Kunst als der Wissenschaft und wer sich ernstlich

mit dem Flugproblem beschäftigt hat, wird wohl sogleich an der glücklichen, einfachen Zweckmässigkeit in dem Kress'schen Project erkennen, dass er es dabei mit einem erfahrenen und berufenen Künstler auf diesem Gebiet zu thun hat.

Mögen die daran geknüpften Hoffnungen sich recht bald verwirklichen!

New York, September 1898. Carl Dienstbach.

Vereinsnachrichten.

Wiener Flugtechnischer Verein.

Protokoll der 11. ordentlichen General-Versammlung vom Freitag, den 29. April 1898.

Der Vorsitzende, Herr Obman k. k. Baurath Friedrich R. v. Stach, verliest den Rechenschaftsbericht des Ausschusses über das abgelaufene Vereinsjahr 1897, der zur Kenntniss genommen wird; es geht daraus unter Anderem auch hervor, dass der Verein zwei für die Flugtechnik hochverdiente, angesehene Mitglieder, die Herren k. k. Bergakademie-Professor Miller v. Hauenfels und Cassaverwalter Wilhelm Bosse, durch den Tod verlor. (Die Versammelten ehren die Verstorbenen durch Erheben von den Sitzen.)

Sodann folgt die Bekanntgabe des Rechnungsabschlusses pro 1897. Es erstattet Herr Schurich den Revisionsbericht, worauf über dessen Antrag dem Cassaverwalter und dem Ausschusse einstimmig das Absolutorium ertheilt wird.

Gleichfalls einstimmig und ohne Debatte wird der Voranschlag pro 1898 genehmigt.

Bei Punkt 3 der Tagesordnung sind 2 Obmannstellvertreter, 6 Ausschussmitglieder mit zweijähriger und 3 Ausschussmitglieder mit einjähriger Functionsdauer zu wählen.

Herr k. u. k. Major Georg Czvian beantragt, die Wahl per Acclamation vorzunehmen und dem circulirenden unmassgeblichen Wahlvorschlage beizustimmen.

Nachdem sich Niemand weiter zum Worte meldet, wird zur Abstimmung geschritten. Es wird die Wahl per Acclamation einstimmig beschlossen, dann der beantragte Wahlvorschlag gleichfalls einstimmig angenommen.

Es erscheinen somit folgende Vereinsfunctionäre einstimmig gewählt: als erster Obmannstellvertreter Herr Friedrich R. v. Loessl, Oberingenieur; als zweiter Obmannstellvertreter Herr Franz Hinterstoisser, k. u. k. Oberlieutenant, Commandant der militär-aëronautischen Anstalt; beide mit zweijähriger Functionsdauer; als Ausschussmitglieder mit zweijähriger Functionsdauer die Herren: Dr. Johann Kosminski, k. u. k. Oberlieutenant beim Festungs-Artillerie-Regiment Nr. 2 (militär-aëronautische Anstalt); Hermann Ritter von Loessl, Ingenieur der Kaiser Ferdinands-Nordbahn; Hugo Ludwig Nikel, technischer Assistent im k. u. k. militär-geographischen Institut; Anton Schindler, k. u. k. Hauptmann, Professor an der technischen Militär-Akademie; Georg Schrimpf Edler v. Schrimphof, k. u. k. Oberlieutenant beim Festungs-Artillerie-Regiment Nr. 1 (militär-aëronautische Anstalt); Adolf Victor Wähner, Beamter des Oesterreichischen Vereines für chemische und metallurgische Production; als Ausschussmitglieder mit einjähriger Functionsdauer die Herren: Ferdinand Gerstner, Ingenieur der k. k. Oesterreichischen Staatsbahnen; Wilhelm Kress, Ingenieur; als Revisoren die Herren: Victor Karmin, Ingenieur, Patent-Bureau-Inhaber; Edmund Victor Schurich, Verlagsbuchhandlung Spielhagen & Schurich; als Revisorstellvertreter Herr Otto Schrott, Official der städtischen Buchhaltung.

Eine der erledigten Ausschussstellen bleibt vorläufig frei.

Der Obmann dankt hierauf den Ausschussmitgliedern für deren eifrige Mitwirkung an den Vereinsgeschäften des abgelaufenen Jahres und ladet bei Punkt 4 der Tagesordnung Herrn Wähner zum Referate ein über den von demselben am 18. Februar resp. 7. März d. J. gestellten Antrag auf Schaffung eines Fonds zum Baue eines grösseren Kress'schen Drachenfliegers. Der Referent verliest den Antrag und berichtet weiter, dass der Ausschuss bereits provisorisch ein Kress-Comité, bestehend aus den Herren R. v. Loessl sen., Popper, R. v. Stach und Wähner, zur Vorberathung beziehungsweise Förderung dieses Antrages eingesetzt hat. Dasselbe hat mit Herrn Kress ein Vertragspräliminare vereinbart, welches der Berichterstatter ebenfalls zur Verlesung bringt, bemerkend, dass daran noch einige textliche und juristische Verbesserungen gemacht werden sollen. Endlich verliest Referent einen vom Comité festgestellten und vom Ausschusse genehmigten Entwurf für die vom Wiener Flugtechnischen Verein auszusendenden Einladungen zur Betheiligung und empfiehlt namens des Ausschusses:

„Die General-Versammlung des Wiener Flugtechnischen Vereines wolle in Würdigung des von Herrn Friedrich R. v. Loessl verfassten, von hervorragenden technischen und militärischen Capacitäten und der Mehrzahl der Ausschussmitglieder unterfertigten Gutachtens beschliessen: 1. Die Durchführung seines (des Referenten) Antrages, dann in Consequenz dessen: 2. Die definitive Einsetzung des „Kress-Comités" mit dem Rechte und der Aufgabe, Alles ihm zur Förderung des Kress'schen Projectes dienlich Erscheinende zu veranlassen. 3. Das Recht der Cooptation seitens des Kress-Comités und speciell die Ermächtigung des Obmannes Herrn Hofrath Professor von Radinger zu bitten, in dieses Comité einzutreten. 4. Die seitens des provisorischen Comités mit Herrn Kress vereinbarten Vertragspräliminarien vorbehaltlich der oben erwähnten Verbesserungen, und 5. die Aussendung von Betheiligungs-Einladungen zu genehmigen."

Herr Carl Lorenz verlangt das Wort und stellt folgende Fragen:

1. „Wurde dem Ausschusse ein allgemeines Project dieses Drachenfliegers vorgelegt? 2. Ist das Fliegen eines Drachenfliegers mit den heute vorhandenen Mitteln theoretisch gewährleistet? 3. Wie gross ist das auf die indicirte Pferdekraft bezogene Gesammtgewicht des Apparates?"

Der Obmann antwortet hierauf, dass sich der Ausschuss hierüber vollkommen beruhigende Informationen verschafft habe und dem vorliegenden Gutachten besonderen Werth beimisst.

Herr v. Loessl jun. verweist gleichfalls auf das von massgebenden Autoritäten unterfertigte Gutachten.

Da sich Niemand mehr zum Worte meldet, gelangen die gestellten Anträge zur Abstimmung und werden mit allen gegen eine Stimme angenommen.

Der Vorsitzende referirt nun über den Antrag des Herrn Assistenten Nikel auf Abhaltung regelmässiger monatlicher Versammlungen mit Vorträgen und Demonstrationen auch während des Sommers, und empfiehlt diesen Antrag dem Ausschusse zu thunlichster Berücksichtigung, was einstimmig Genehmigung findet.

Herr Milla referirt über den Antrag des Herrn Heinz in Sarajevo auf Errichtung einer flugtechnischen Versuchsstation im Volksprater in Wien aus Anlass des 50jährigen Regierungs-Jubiläums Seiner Majestät. Dieser Antrag wird über Vorschlag des Referenten abgelehnt.

Herr Ingenieur Kress dankt dem Obmanne, dem ersten Vicepräsidenten Herrn Friedrich R. v. Loessl, dem Schriftführer und dem Ausschusse für die Bemühungen, die sie der Förderung seines Projectes angedeihen liessen, worauf der Obmann seinem lebhaften Wunsche nach baldiger Realisirung desselben Ausdruck giebt.

Nach einer Pause beginnt Herr Assistent Nikel den angekündigten Vortrag über „Ruderflug und Vorwärtsbewegung." Er bespricht dabei die interessanten Beziehungen zwischen heutigen und ausgestorbenen, nur noch als Petrefacte erhaltenen Fliegern, schematische Kreidezeichnungen, Photographien eines überraschend gut erhaltenen Pterodactylus und hübsch ausgeführte Wandtafeln zur Ansicht bringend. Der Vortragende endigt mit dem trefflichen Hinweise auf die Analogie, welche zwischen den Echsen als Urahnen der Vögel und diesen besteht und stellt zum Schlusse Experimente mit grösseren Modellen in Aussicht.

Der Vorsitzende dankt dem Redner und schliesst die Versammlung um 9 Uhr.

Adolf Victor Wähner
Schriftführer.

Friedrich R. v. Stach
Obmann.

Deutscher Verein zur Förderung der Luftschiffahrt zu Berlin.

Verzeichniss der Mitglieder nach dem Stande vom Ende October 1898.

I. Ehren-Mitglied:

James Glaisher, F. R. S. London, South Croydon, Heathfield Road.

II. Correspondirende Mitglieder:

1. Mödebeck, Hauptmann, Strassburg i. Els.
2. Berghaus, Major a. D., Görlitz.

III. Stiftendes Mitglied:

Büxenstein, Buchdruckereibesitzer, Berlin SW., Friedrichstr. 241.

IV. Ordentliche Mitglieder:

Ahlborn, F., Dr. phil., Oberlehrer am Realgymnasium Johanneum, Hamburg, Uhlenhorst, Canalstr. 73.

Alexander, P. Y., Civil-Ingenieur, London, Westminster, Victoria Street 47.

von Altrock III, Lieutenant im G. Gren. Regt. Königin Elisabeth, Westend b. Berl.

von Alvensleben, Assessor, Berlin W., Göbenstr. 11.

Anders, Lieutenant im Infant. Regt. Nr. 170, Bitsch i. Els.

Andreae, Premierlieutenant, Bonn.

Archenhold, Astronom, Direktor der Sternwarte in Treptow b. Berlin.

Prinz Arenberg, Prosper, Lieutenant im Kürassier Regiment Nr. 4, Münster i. W. Domplatz 3.

Graf Arnim, Adolph, Referendar, Berlin W., Pariserplatz 4 I.

Assmann, Professor Dr., Abtheilungs-Vorsteher im Kgl. Meteorol. Institut, Berlin W., Schinkelplatz 6.

von Bach, Baudirektor, Stuttgart, Johannisstr. 53.

Bartenwerffer, E., Banquier, Berlin SW., Yorkstr. 48.

Bartenwerffer, W., Banquier, Berlin SW., Katzlerstr. 18.

Baschin, O., Assistent am Kgl. Meteorol. Instit., Berlin W., Schinkelplatz 6.

von Beaulieu, Premierlieut. im 152. Infanterie Regiment, Magdeburg, Fürstenwallstr. 14.

von Beaulieu-Marconnay, Freiherr, Lieutenant im Feld Artill. Regt. Nr. 14, Karlsruhe.

de Beaulieu, K. Ch., Berlin, Bellevuestr. 4.

Becker, Hauptmann a. D., Berlin, Tauenzienstr. 5.
von Behr, Berlin.
Bergholz, Dr. phil., Gymnasiallehrer, Bremen, Meteorol. Observat.
Bergner, C., stud. rer. tech., Berlin W., Lutherstr. 15.
von Bernewitz, Lieutenant im II. Garde Ulanen Regim., Berlin NW., Moabit.
Berson, Arthur, Assistent am Kgl. Meteorol. Instit., Berlin W., Schinkelplatz 6.
von Bezold, W., Professor Dr., Geheimer Regier.-Rath, Direktor d. Kgl. Meteorol. Instit., Berlin W., Lützowstr. 72.
Bialon, Richard, Ingenieur, Berlin NW., Johannisstr. 2.
Blencke, Hof-Schauspieler, Berlin SO., Neue Jakobstr. 1/3.
Bock, Phil., Direktor, Berlin W., Kurfürstendamm 18/19.
Börnstein, Professor Dr., Wilmersdorf b. Berlin, Lieckstr. 13.
von Bötticher, Lieutenant im Feld-Artillerie Regt. Nr. 9, Itzehoe.
Boldt, Lieutenant im 46. Infanterie Regt., Berlin W., Bülowstr. 45 II.
von Bolschwing, Lieutenant, Berlin W., Maassenstr. 19.
Bormann, Geheimer Ober Regierungs-Rath, Berlin NW., Spenerstr. 26.
von Brand-Wutzig, Major a. D., Wutzig i. Neumark.
Brehmer, Dr., Geh. Sanitätsrath, Berlin SW., Friedrichstr. 128.
von Breitenbauch, Lieutenant im G. G. Regt. Königin Elisabeth, Westend b. Berlin, Spandauerberg 26.
von Broecker, G., Charlottenburg, Spandauerstr. 13 III.
Broemel, Dr., Mitglied des Reichstages und Landtages, Berlin W., Schellingstr. 14 II
Brug, W., Major im Kgl. Bayer. Generalstab, München, Leopoldstr. 35 I.
Brzostowicz, Premierlieutenant im I. Seebataillon, Berlin NW., Schiffbauerdamm 39.
Buchbinder, Kunstmaler, Berlin SW., Königgrätzerstr. 51 IV.
Busley, Professor, Geheim. Regierungs-Rath, Berlin NW., Kronprinzenufer 2 pt.
Graf Carelli, Giulio, Turin, Via Vanchiglia 2 bis
Contag, M., Baumeister, Wilmersdorf, Berlinerstr. 156.
Continental Caoutchouc u. Guttapercha Comp., Hannover.
Freiherr von Dalwigk zu Lichtenfels, Kapitänlieut. Berlin W., Steglitzerstr. 41.
von Dansa, Mortan, Dr. Berlin.
Davids, Premierlieut. in der Kgl. Luftschiffer-Abtheilung, Schöneberg, Helmstr. 1.
Dielitz, P., Kaufmann und Konkursmassenverwalter, Berlin, C., Poststr. 14.
Dienstbach, Karl, New York City, 149, W. 91 st. Str.
Dieterici, Premierlieutenant im Westfälischen Pionier-Bataill., Köln-Deutz, Kasemattenstr. 5.
Graf Dohna, Lieutenant im I. G. Feld-Artill. Regiment, Berlin NW., Kruppstr. (Kaserne).
von Douglas, Angus, Berlin NW., Schiffbauerdamm.
von Douglas, „ „ „
von Dresow, Lieutenant im 5. Garde Regt., Spandau.
Eberstein, Rentier, Charlottenburg.
Ebhardt, Bodo, Architekt, Col. Grunewald b. Berlin, Jagowstr. 28 a
Egger, Ingenieur, Berlin SW., Halleschestr. 18.
Freiherr von Elverfeld, Lieutenant im 4. Kürassier Regt., Berlin SO., Köpenickerstr. 15, Militärtelegraphenschule.
Emberg, Fritz, Direktor, Berlin NW., Reichstagsufer 9.
Ermeler, E., Kaufmann, „ C., Burgstr. 8 d.
Eschenhagen, Professor Dr., Abtheil. Vorsteher im Kgl. Meteorol.-Magnet. Observ., Potsdam.

Fechner, Hans, Professor, Berlin SW., Schönebergerstr. 40.
Fernow, Hermann, Kaufmann, Berlin W., Tauenzienstr. 18a.
Fiedler, Kaufmann, Steglitz b. Berlin, Rothenburgstr. 2.
Fischer, Major, Berlin, Raupachstr. 18.
Flasskamp, Lieutenant im Infanterie Regt. Nr. 16, Cöln.
Förster, A., Literat, Charlottenburg, Leibnizstr. 65 III.
Frick, Guil., Professor und Rektor, Valdivia, Chile.
Froelich, Oberingenieur, Bismarckhütte b. Schwientochlowitz O.-Schl.
Fromm, Dr. med., Geheimer Sanitätsrath, Friedenau, Hedwigstr. 18.

Gaedicke, Fabrikbesitzer, Berlin S., Ritterstr. 82.
Imp. Cont. Gas Association, „ „ Gitschinerstr. 19.
Gidion, Paul, Consul, „ W., Corneliustr. 8.
Gleich, Lieutenant im 20. Ulanen Regt.
Freiherr von der Goltz, Premierlieut. im 3. Garde Regt. z. F., Berlin W., Wormserstr. 9.
von der Golz, Lieutenant im I. Garde Regt. z. F., Potsdam.
Gradenwitz, Rich., Ingenieur, Berlin S., Dresdenerstr. 38.
Grashey, Major a. D., Augsburg.
Grierson, Kgl. Grossbritt. Oberstlieutenant, Berlin W., Mohrenstr. 66III.
Gross, Hauptmann in der Kgl. Luftschiffer-Abtheilung, Schöneberg, Hauptstr. 188I.
Freiherr von Grünau, Karlsruhe i. Baden, Linkenheimerstr. 18.
Grüner, Lieutenant im Infanterie Regt. „Schweidnitz“, Brieg.
Grunelius, Regierungs-Referendar, Berlin W., Taubenstr. 1 I.
Guse, Premierlieutenant, Bromberg, Kronerstr. 7.

Haenlein, Paul, Oberingenieur, Frauenfeld, Canton Thurgau.
Freiherr vom Hagen, Hauptmann im Infant. Regt. Nr. 74, Hannover.
von Hahn, Lieutenant, Berlin W., Gross-Görschenstr. 40 II.
Hahn, Friedrich, Lieutenant in d. Kgl. Luftschiffer-Abthlg., Schöneberg, Hauptstr. 186.
Halbach, Gust., Fabrikbesitzer, Berlin W., Katzlerstr. 18 pt.
Hartmann, Ingenieur, Frankfurt a. M., Obere Königstr. 9.
Hartung, E., Kaufmann, Berlin SO., Wienerstr. 9.
Havenstein, Hauptmann, in d. Kgl. Luftschiffer-Abthlg., Schöneberg, Winterfeldstr. 25a.
Havestadt, Kgl. Baurath, Wilmersdorf b. Berlin, Berlinerstr. 156.
Heinemann, Schriftsteller und Redakteur, Berlin W., Rankestr. 28.
Hellmann, G., Professor Dr., Abtheilungs-Vorsteher im Kgl. Meteorol. Institnt. Berlin W., Margarethenstr. 2/3.
Henneberg, Fr. R., Fabrikbesitzer und Ingenieur, Berlin SW., Halleschestr. 28
Henneberg, Frau, (Gemahlin des Obigen) dto.
Hergesell, Professor Dr., Direktor des Meteorol. Landesdienstes, Strassburg i. E.
Freiherr von Herrmann, Attaché an der deutschen Botschaft, Washington, U. S. A.
Herz, Dr., Gerichtsassessor, Berlin W., Vossstr. 11.
Hesse, Oberstlieutenant a. D., „ „ Passauerstr. 11 II.
Hildebrandt, Lieutenant im 10. Fuss Artill. Regt., Strassburg i. E.
Hoernes, Herm., Hauptmann im k. k. Eisenbahn Regiment, Korneuburg b. Wien, Schulgasse 1.
Hoffmann, Hans, Rechtsanwalt und Notar, Berlin NW., Händelstr. 8.
Freiherr von Hoffmann, Ferd., „ „, Lüneburgerstr. 25.
Hofmeyer, Dr., Sanitätsrath, „ W., Magdeburgerplatz 5.
Hofmeyer, Frau, (Gemahlin des Obigen) dto.
Hofrichter, Premierlieutenant, Charlottenburg, Kantstr. 81.

von Holtzendorff, Kapitän z. See, Friedenau, Ringstr. 18.
von Holtzing, Premierlieutenant im Grossen Generalstab, Berlin NW.,Königsplatz.
Hoverbeck gen. von Schönaich, Premierlieutenant im II. Garde Dragoner Regt. Berlin.
Huesgen, Adolf, Weingutsbesitzer, Trarbach a. Mosel.
Jacob, M., Architekt, Berlin W., Potsdamerstr. 87 II.
von Jecklin, Regierungs-Rath, Berlin W, Lutherstr. 34.
Jicinsky, Karl, Dr, Central-Direktor, Neuhaus i. Böhmen.
Ingenohl, Korvetten-Kapitän, Berlin W., Blumeshof 2.
Jürst, Herm, Fabrikbesitzer, Berlin NW., Händelstr. 3.
Junkers, Hugo, Ingenieur.
Kandt, M., Dr. med., Bielefeld, Bismarckstr. 8.
Katte, Ph., Kaufmann, Berlin C., Gipsstr. 13.
Katzenstein, A., Hoflitograph, Berlin W., Friedrichstr. 74.
von Kehler, Premierlieutenant in der Kgl. Luftschiffer-Abtheilung, Friedenau, Feurigstr. 13.
Keiper, Rechnungsrath, Hofgeismar.
Kell, Lieutenant, Schöneberg, Herbertstr. 11.
Kellner, Ferd. M., Kaufmann, Frankfurt a. M.
Graf Kessler, Berlin W., Köthenerstr. 29.
Killisch von Horn, Besitzer der Börsenzeitung, Berlin W, Kronenstr. 37.
von Kleist, Lieutenant i. d. Kgl. Luftschiffer-Abthlg., Steglitz b. Berlin, Albrechtstr. 94 I.
Kluge, Ludw., Direktor, Schöneberg, Gleditschstr. 1.
Klussmann, Major und Kommandeur der Kgl. Luftschiffer-Abthlg., Friedenau Kirchstr. 27.
Knorre, Professor Dr., Berlin SW., Lindenstr. 91.
Köbke, C. A., Stettin, Königsplatz 19.
Köhler, Lieutenant z. See, Kiel.
Graf Königsmark, Lieutenant im 13. Ulanen Regt. Hannover.
Koester, F., Ingenieur, Berlin N., Rykestr 33 II.
Kowanko, Kapitän, Kommandeur des k. russ. Luftschiffer Parks, St. Petersburg.
Kreiss, Eugen, Fabrikbesitzer, Hamburg, Hansenstr. 7.
Kremser, V., Professor Dr., Abtheilungs-Vorsteher im Meteorol. Institut, Berlin W., Schinkelplatz 6.
von Kriegsheim, Lieutenant im Kaiser Alexander G. G. Regt. Berlin.
Krupp, Karl, Ingenieur, Wien I, Wollzeile 12
Kübler, Hugo, Ingenieur und Vorsteher der Gesellschaft z. Förderung d. Luftschiffahrt, Stuttgart, Keplerstr. 17.
Kühnemann, Dr., Berlin N., Gartenstr. 21
Kukluk, Ernst, Fabrikbesitzer, Berlin W., Rankestr. 36.
von Kummer, Lieutenant im 2. Garde Ulanen Regt., Berlin NW., Moabit.
Kunhardt, Berlin SW., Besselstr. 12.
Kunheim, Fabrikbesitzer, Berlin NW., Reichstagsufer 10.
Lachmann, Dr. phil., Ständ. Mitarbeiter i. Meteorol Instit., Berlin W., Schinkelplatz 6.
Lademann, O., Kaufmann, Berlin, C., Molkenmarkt 6.
Lange, Premierlieutenant im 20. Feld Artillerie Regt., Berlin, z. Z. Kriegsakademie.
Langemack, Hauptmann a. D., Berlin W., Hohenstaufenstr. 79.
Langenscheidt, Verlagsbuchhändler, Berlin SW., Halleschestr. 17.
Lans, Kapitänlieutenant, „ NW., Spenerstr. 29.
Larass O., Kaufmann, „ NW., Claudiusstr. 18 I.

Lehmann, Hauptmann z. D., Charlottenburg, Englischestr. 14.
Leidloff, Direktor der Sportpark-Gesellschaft, Friedenau b. Berlin, Sportpark.
von Lekow, Premierlieutenant, Westend b. Berlin, Spandauerberg 6.
Lentz, Ingenieur, Berlin N., Linienstr. 137.
Less, Dr. phil., Assistent an d. Landwirtschaftl. Hochschule, Berlin N., Invalidenstr. 42.
Lipkowitz, Redakteur, Berlin W., Markgrafenstr. 52 a.
von der Lippe, Lieutenant im G. G. Regt. Königin Elisabeth, Westend b. Berlin, Kaserne I.
Lodemann, Kgl. Baurath, Berlin W., Tauenzienstr. 9 III.
Löwenstein, M., „ „, Oranienburgerstr. 59.
Löwenstern, Freih. von, Forstmeister und Rittmeister d. Landwehr Kavallerie, Oppeln.
Louis, Ernst, Ingenieur, Berlin W., Kurfürstenstr. 153.
Lüdeling, Dr. phil., Ständiger Mitarbeiter im Meteorol. Magn. Observator., Potsdam.

Maerker, Premierlieutenant, Schöneberg, Erdmannstr. 6 I.
Maerker, Frau, (Gemahlin des Obigen) dto.
Graf Magnis, Premierlieutenant, Berlin NW., Lüneburgerstr. 1.
von Manzi-Fè, Alberto, „ W., Jägerstr. 6.
von der Marwitz, Lieutenant im 2. Grenad. Regt., Stettin.
von Massenbach, Premierlieutenant II Garde Feld-Artillerie Regt., Potsdam.
May, Raph. E, Fabrikbesitzer, Hamburg, Grindel-Allee 41.
Mees, Gustav, Ingenieur, Barmen-Rittershausen, Krautstr. 61.
von Mendelssohn, Banquier, Berlin W., Jägerstr. 51.
Mengers, P., Fabrikbesitzer, „ „ Am Karlsbad 28.
Mengers, W. F., Fabrikbesitzer, „ „ Lennéstr. 9.
Merten, Erich, Direktor, Berlin N., Oranienburgerstr. 44.
Messter, Optiker und Fabrikant, Berlin NW., Friedrichstr. 95 pt.
Meyer, Bendix, Ingenieur, Gleiwitz, Gartenstr. 5.
Moldenhauer, Louis, Director, Berlin NW., Altonaerstr. 17.
Moldenhauer, Adolf, Lieutenant, Berlin W., Tauenzinstr. 18 a.
Müllenhoff, Professor Dr., Berlin SO., Mariannenstr. 47.
Müller, Fr. W. jur., Fabrikbesitzer, Berlin SO., Cuvrystr. 23.
Müller, Professor, Charlottenburg, Schillerstr. 119.
von Mutzenbecher, Dr. jur., Berlin NW., Kronprinzenufer 22.

Nathan, Director der Gasglühlicht-Gesellschaft, Berlin C., Molkenmarkt.
von Natzmer, Sekondelieutenant im I. Garde Feld. Artill. Regt., Berlin NW., Kruppstr.
Neumann, Premierlieutenant in d. Kgl. Luftschiffer-Abtheilung, Berlin W., Mansteinst. 12.
Neumayer, G., Professor Dr., Wirkl. Geh. Admiralitäts-Rath, Director der deutschen Seewarte, Hamburg.
Nieber, Major beim Generalkommando des XVI. Armee-Corps, Metz.

Oehme, Premierlieutenant im Ulanen-Regt Nr. 1, Militsch.
Oertz, Max, Werftbesitzer, Hamburg, Neuhof am Reiherstieg.
Oetling, C., Dr. Ingenieur, Dresden, Sedanstr. 87.
Osterroth, Lieutenant im Garde Train. Batl., Tempelhof, Stolbergstr. 1.
Osterroth, Frau, (Gemahlin des Obigen) dto. dto.

Freih. von Parseval, Premierlieutenant, Ausburg, Morellstr. 26 II.
Pfitzner, Lieutenant im Garde Train. Batl., Tempelhof.
Pintsch, Ingenieur und Fabrikbesitzer, Berlin NW., Lessingstr. 55.

Placzek, Dr. med., praktischer Arzt, Berlin SW., Königgrätzerstr. 126.
Plehn, Friedr., Dr., Berlin, Wilhelmstrasse, Ausw. Amt, Colonial-Abthlg.
Freiherr von Plettenberg, Lieutenant im I. Garde Ulan. Regt., Potsdam.
Graf Pocci, bayer. Kammerjunker und Referendar, Berlin, Mauerstr. 21.
Polis, Pierre, Vorsteher der Aachener Wetterwarte, Aachen. Alphonsstr. 29.
Prien, Rich., Dr. jur., Charlottenburg, Leibnitzst. 72.
Pringsheim, Professor Dr., Berlin NW., Flensburgerstr. 14.
Pritsch, Oberingenieur, Berlin N., Schlegelstr. 27.
Pumplun, Regierungs Baumeister, Berlin W., Uhlandstr. 104.
Quilitz, Hans, Dr. jur. Berlin NW., Mittelstr. 14.
von Rappard, Lieutenant im Feld Artill. Regt. N. 14, Karlsruhe.
Rau, H. I., Brauereibesitzer, Mannheim.
Graf Reck, Regierungs-Referendar, Berlin.
Recknagel, Civil-Ingenieur und Fabrikbesitzer, München
Freiherr von Recum, Premierlieutenant d. R. Kürassier-Regt. N. 3, Berlin NW., Zelten 11.
von Renthe gen. Finck, Dr. jur., Berlin NW., Altonaerstr. 83.
Richter, Rittergutsbesitzer u. Premierlieut. a. D., Falkenberg b. Grünau i. Mark.
Riedinger, Aug. Fabrikbesitzer, Augsburg, Riedingerhaus.
Riedinger, Frau, (Gemahlin des Vorigen) Augsburg, dto.
Riedinger, Gustav, Augsburg. Riedingerhaus.
Riel, Dr. jur., Rechtsanwalt, Charlottenburg, Kurfürstenstr. 11.
von Riepenhausen, Lieutenant. Berlin, SW., Teltowerstr. 8.
Rodeck, C. G., Ingenieur, Hamburg, Jägerstr. 52I.
von Roeder, Major im II. Dragoner Regt., Schwedt a. O.
Rösing, Lieutenant z. See, Berlin W., Königin-Augustastr. 51.
Rohrmann, Ludw. Fabrikbesitzer, Krauschwitz b. Muskau O. L.
von Roon, Lieutenant, Berlin SW., Lankwitzstr. 11 pt.
Rosenberg, Dr. jur., Rechtsanwalt, Berlin W., Potsdamerstr. 32.
Rotch, Lawrence, Director des Blue Hill Observatory, Hyde Park, Massachusets, U. S. A.
Russel Cuno, Beamter der Creditbank, Berlin W., Jägerstr. 6.

Salle, O., Dr. phil., Verlagsbuchhändler, Berlin W., Maassenstr. 19.
de la Sauce, E., Fabrikbesitzer, Berlin NW., Haidestr. 1—20.
Seeligmann, Max, Berlin NW., Oranienburgerstr. 12.
Seiler. Jos.. Fabrikant, Liegnitz (Fritsche & Co.)
von Selchow, Berlin W., Achenbachstr. 4II.
von Seidlitz, Premierlieutenant im II. Garde Dragon. Regt., Berlin Kaserne.
von Siegsfeld, Premierlieutenant, Schöneberg, Herbertstr. 21.
Söhlke, Lieutenant, Gross-Lichterfelde b. Berlin.
Graf zu Solms-Sonnenwalde, Premierlieutnant im I. Garde Ulanen Regt., Potsdam.
Sonnenthal, Baumeister, Berlin W., Königin-Augustastr. 28.
Souchon, Kapitänlieutenant, Berlin W., Schönebergerufer 33.
Sperling, Premierlieutenant, Hagenau i. E.
Spränger, Lieutenant im Eisenbahn-Regt. Nr. II, Schöneberg, Gothenstr. 85.
Sprung, Professor Dr., Vorsteher des Meteorolog. Magnet. Observatoriums, Potsdam.
Süring, Dr. phil., Ständ. Mitarbeiter im Meteorol. Magnet. Observat., Potsdam.
Schaeffer, H., Kaufmann, Berlin SW., Belle-Alliance-Platz 2.
Schale, Ed., Berlin, Unter den Linden 59.
von Schenkendorff, Lieutenant im Infant. Regt. N. 47, Posen.

von Schimmelpfennig von der Oye, Friedenau, Fried. Wilh. Platz 21.
Graf von Schlippenbach, Generalmajor, Berlin.
Schmidt, Fr., Ingenieur, Oldenburg (Grossherzth.), Kanalstr. 11.
Schön, Dr, Berlin W. Burggrafenstrasse 11.
Schöttle, Ingenieur, Berlin W., Potsdamerst. 121c.
Freiherr von Schorlemer, Lieutenant im Dragon. Regt. Nr. 19, Oldenburg.
Schreiber, C., Kaufmann, Berlin, Mansteinstr. 13.
Freiherr von Schrötter, Premierlieutenant im II. Dragoner Regt., Potsdam, Kabinetshaus.
Schulze, Lieutenant, Zwickau i. Sachs.
Schuster, E. jr., Kaufmann, Berlin S., Prinzessinnenstr. 18.
Schuster, Lieutenant im Eisenbahn Regt. N. II, Schöneberg Herbertstr. 1.
Fürst Schwarzenberg, k. k. Atachė an der österr. Botschaft, St. Petersburg.
Stade, Dr. phil., wiss. Hilfsarbeiter im Kgl. Meteorol. Institut., z. Zt. auf dem Brocken.
Steffens, R., Fabrikbesitzer, Wilmersdorf, Linkstr 85.
Steinau, Ch., Ingenieur, Braunschweig, Geysöstr. 15.
Stentzel, A., Fabrikbesitzer, Hamburg, Müggenkampstr. 5.
Sthamer Kapitänlieutenant, Berlin W, Lützowufer 8 pt.
Stiegler, G., Baumeister, Schöneberg, Hauptstr. 9 I.
Graf Stolberg-Stolberg, Lieutenant im I. Garde Ulanen Regt., Potsdam, Augusta-Karlstr. Ecke.
Freiherr von Stotzingen, Lieutenant im I. Garde Ulanen Regt, Potsdam.
Strauss, Lieutenant im 39. Infant. Rgt. Düsseldorf.

Tepelmann, Verlagsbuchhändler in Firma Vieweg & Sohn, Braunschweig.
von Thermo, Regierungs-Referendar, Berlin W., Mauerstr. 21.
Thielen, Lieutenant, Berlin W., Wilhelmstr. 79.
Thyssen, Aug. jr., Fabrikbesitzer, Berlin N., Fennstr. 27I.
von Tiedemann, Premierlieutenant, Charlottenburg, Kantstr. 188.
Treitsche, Brauereibesitzer, Erfurt, Marktstr. 84.
von Tschudi, Major a. D., Wiesbaden, Oranienstr. 21.
von Tschudi, Hauptmann u. Compagnie-Chef in der Kgl. Luftschiffer-Abthlg., Schöneberg.
Freiherr von Tucholka, Privatier, Hamburg, Neuer Jungfernstieg 1.

Urban, Er., Lieutenant d. R., Berlin W., Französischestr. 24.

Veit, Premierlieutenant im 11. Ulanen Regt., Saarburg i. Lothr.
Vettin, Dr. med. Berlin SW., Bernburgerstr. 24.
Vianello, Luigi, Ingenieur, Berlin SW., Zossenerstr. 49 II.
Voegt, Lieutenant im Eisenbahn Regt. Nr. II, Schöneberg.

Wang, Dr., Oberarzt im G. G. Regt. Königin Elisabeth, Westend, Spandauerberg 4.
Wegener, Carl, Ingenieur, Berlin SW., Gitschinerstr. 14.
Wegener, Dr. phil. Oberlehrer, Berlin C., Kurzestr. 2.
Wehrle, Lieutenant, Jüterbogk, Schiesschule.
von Winterfeldt, Premierlieutenant im II. Dragoner Regt., Schwedt a. O.
Winther, Dr. med. et phil., Berlin W., Lützowstr. 78 II.
Wisniewski, V., Architekt, Berlin, Unter den Linden 16 III.
Wolff, Moritz, Dr., Kgl. Bergassessor u. Bergmeister a. D., Berlin W., Jägerstr. 2/3.
Wolff, O, Fabrikbesitzer, Walsrode, Prov. Hannover.

Zangemeister, Dr., Assistenz-Arzt in der Kgl. Univers. Frauen-Klinik, Berlin N., Artilleriestr. 20.
Zekéli, J. R., Kaufmann, Potsdam.

Graf von Zeppelin, Generallieutenant, Excell., Stuttgart, Alleenstr. 20.
von Zieglauer-Blumenthal, Regierungs-Rath a. D., München, Waltherstr. 14II.
Freiherr von Ziegler u. Klipphausen, Berlin W., Königin-Augustastr. 24.
von Ziethen, Premierlieutenant, Berlin W., Kurfürstendamm 261.
Zollenkopf, Ingenieur, Berlin N., Ackerstr. 71/76, Allgem. Elektr. Werke.

Deutscher Verein zur Förderung der Luftschiffahrt.

Unsere Mitglieder versammeln sich während der Wintermonate **an jedem Montag Abend von 8½ Uhr ab im Restaurant Frederich**, Potsdamerstr. 12 pt., Haupteingang geradeaus. Zahlreiche Betheiligung ist erwünscht.

Gäste sind stets willkommen.

Der Vorstand.

Aufforderung.

Die Unterzeichneten machen hierdurch bekannt, dass am 4. Juni cr. für Rechnung unseres Vereins bei der Wechselstube der Bank für Handel und Industrie, Berlin W., Schinkelplatz 1/2, eine Post-Anweisung mit 20 Mark Jahresbeitrag aus Berlin NW., ohne Bezeichnung des Absenders, einlief. Da es uns nicht möglich war, den unbekannten Herrn Absender in anderer Weise zu ermitteln, so bitten wir denselben auf diesem Wege, sich baldgefälligst bei dem mitunterzeichneten Otto Larass melden zu wollen.

Zugleich richten die Unterzeichneten im Interesse unseres Vereins und ganz besonders auch im Hinblick auf die weitere Durchführung der von unserem Verein unternommenen Ballonfahrten an unsere Herren Mitglieder — soweit solche noch mit ihren Beiträgen im Rückstande sind — die dringende Bitte, diese Beiträge möglichst umgehend für Rechnung unseres Vereins an

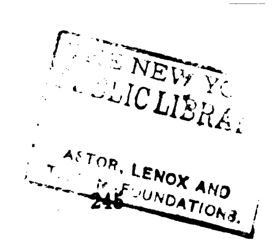
die Wechsel-Stube der Bank für Handel und Industrie
Berlin W., Schinkelplatz 1/2

gefälligst einsenden zu wollen.

Die Vereins-Schatzmeister:

Otto Larass,
Berlin W.
Schinkelplatz 1/2.

Otto Fiedler,
Steglitz.
Rothenburgstr. 2.



Zur Theorie der Luftschiffahrt mit theilweiser Entlastung.

Von **A. Platte** in Wien.

Das Princip besteht einfach nur darin, dass das Gesammtgewicht des Schiffes $= G$ von der Hebekraft der an verticaler Axe arbeitenden Hebepropeller 2 mal übertroffen wird. Ist dieser Auftrieb $= A$, so muss: $A = 2G$ sein.

Dieser Vorbedingung muss bei jedem Project constructiv Rechnung getragen werden. Es geschieht leicht in jedem Falle dadurch, dass man den Auftrieb der beiden Tragballons so gross macht, dass das Wiegegewicht des mit gefüllten Tragballons ausgestatteten Schiffes genau G Kilogramm beträgt.

Ist die Construction in diesem Sinne durchgeführt, so ist damit die Möglichkeit geschaffen, dass, sobald die Hebepropeller in Thätigkeit gebracht werden, das Schiff sich von seinem Landungsplatz erhebt und fortwährend steigt, so lange die Hebepropeller in Arbeit gehalten bleiben.

Hat das Schiff in solch' einfacher und ganz zuverlässlicher Art jene Höhe erreicht, von welcher aus man die Horizontalfahrt zu beginnen beabsichtiget, so wird die Arbeit der Hebepropeller eingestellt und mittelst des Schwanzsteuers U der Schiffsaxe jene Neigung nach abwärts gegeben, welche den Schrägfall des Schiffes durch den Druck des Uebergewichtes G am günstigsten gestaltet.

Nach Wellner ist dies dann der Fall, wenn man den Winkel α, welcher die Axe des Flugkörpers mit der Horizontalen einschliesst, so wählt, dass $tang\,\alpha = \sqrt{\frac{f}{F}}$ . . . . (I.)

wird, wo f die reducirte Stirnfläche und F die Unterfläche des Schiffes in m^2 bedeutet. Giebt man der Axe des Flugkörpers die Neigung unter den Winkel α, so wird $\sphericalangle 2\alpha = \sphericalangle \beta$ . . . . (II.)

wo β den Winkel bedeutet, den die Fluglinie mit der Horizontalen einschliesst.

Ist das Gewicht des Flugkörpers $= G$ Kilogramm und bedeutet v die Schrägfallgeschwindigkeit in Meter per Secunde nach eingetretenem Beharrungszustande, so wird $v = \sqrt{\frac{g}{\gamma} \cdot \frac{G}{f} \cdot \frac{sin\,\alpha}{cos\,\alpha}}$ . . . . (III.)

Durch die Benutzung dieser Wellner'schen Formeln, deren Richtigkeit durch das Experiment festgestellt ist, kommt man in die Lage, die Flugrichtung und die Fluggeschwindigkeit von jedem wie immer gestalteten Flugkörper, welcher lediglich durch den Druck der Schwere in Bewegung gebracht wird, mit Sicherheit voraus zu bestimmen.

Nimmt man nun ferner an, dass auf den freifallenden Flugkörper nicht nur allein der Druck des gehobenen Uebergewichtes G, sondern auch ein

Antrieb in der Richtung der nach abwärts geneigten Schiffsaxe erfolge und wird hierfür eine Arbeit A in Meterkilogramm aufgewendet, so resultirt hieraus eine Schiffsgeschwindigkeit $v_1 = \sqrt[3]{\frac{A \cdot g}{f \cdot \gamma}}$. , ... (IV.)

Die beiden Geschwindigkeiten, nämlich v, welche aus dem Drucke des Uebergewichtes G und v_1, welche aus der Arbeit der an horizontaler Axe wirkenden Propeller resultirt, setzen sich zur Fluggeschwindigkeit des Schiffes V zusammen, welche annähernd sein wird $V = v + v_1$ (V.)

Der Fallverlust h, welchen das Schiff in einer Secunde, in welcher es den Weg $S = V$ zurücklegt, beträgt $h = S \cdot \sin 2\alpha$ . . . . (VI.) und der Arbeitsverlust selbst, wenn man letzteren mit M bezeichnet: $M = G \times h$ Meterkilogramm . . . . (VII.)

Diesem Arbeitsverlust steht aber das Bewegungsmoment (lebendige Kraft) gegenüber, welches das Schiff durch den Schrägfall erlangt hat.

Diese beträgt $L = \frac{Mv^2}{2} = \frac{G \cdot v^2}{2g}$ . . . . : . . . (VIII.)

Letztere Arbeitskraft L wird aber in jedem Falle grösser als M (der Arbeitsverlust) sein müssen und ist also geeignet diesen zu ersetzen.

Die lebendige Kraft L muss, wenn sie zur Hebung des Schiffes in das Ausgangs-Niveau ausreichen und das Schiff seine Geschwindigkeit nicht ganz verlieren soll, da ein Theil derselben durch die Widerstände auf den Flugweg aufgezehrt wird, sofort, schon vor Ablauf der ersten Fallsecunde, wo der Beharungszustand schon erreicht ist (siehe v. Loessl „Luftwiderstandsgesetze" Abschnitt 102), zur Hebung in Anwendung gebracht werden d. h. das rhythmische Aufdrehen der Schiffsunterfläche mittelst Anwendung des Schwanzsteuers muss gleich bei Beginn des Falles erfolgen, also nicht erst dann, wenn der Tiefpunkt der Welle schon erreicht ist.

Würde man das Aufdrehen der Segelfläche auf einen späteren Moment, etwa auf das Ende der zweiten Secunde verschieben, so beträge der zu ersetzende Fallverlust schon das Doppelte desjenigen der ersten Secunde und da die Grösse der lebendigen Kraft während des fortgesetzten Fallens nicht weiter anwächst, sondern sich gleich bleibt, so könnte der Fall eintreten, dass die Hebekraft des Bewegungsmomentes nicht ausreichen würde, um die Zurückhebung des Schiffes in das Ausgangs-Niveau zu erzwingen; jedenfalls würde die Schiffsgeschwindigkeit beim Ersteigen des Wellenberges beinahe auf Null sinken, was für die Mitfahrenden höchst unangenehm wäre. Wenn aber die Vorsicht gebraucht wird, die rhythmische Aufdrehung der Segelfläche sogleich bei Beginn des Falles zu vollführen, so wird zwar noch immer ein abwechselndes Zu- und Abnehmen der Geschwindigkeit den Reisenden bemerkbar bleiben, aber dieses wird nicht mehr störend auf die Sinne einwirken.

Die Länge der Wellen, welche die verschiedenen Gattungen der Segelvögel durchfliegen, hängt ganz davon ab, in welchem Zeitmaass, vom

Absprung ab, der Beharungszustand der Bewegung eintritt, was, wie bekannt, von der Ausdehnung der Unterfläche und der Grösse des Stirnwiderstandes bedingt ist.

Nur hieraus erklärt sich die lange Welle des Albatros und die kurze Welle des Sperlings und auch die Tiefe der Welle ist eine Folge der obwaltenden Dimensionen des Flugkörpers.

Es mag nun Manchem scheinen, dass diese Darstellung der Vorgänge beim Wellenfluge nicht richtig sein könne, weil nach dem Principe der Erhaltung der Kraft mit dem Bewegungsmoment höchstens, (wenn man von allen Widerständen auf dem Flugweg absieht), das Niveau wieder erreicht werden kann.

Diejenigen, welche diese Einwendungen erheben, übersehen aber, dass der Wellenflug in dem Medium der Luft stattfindet und dass durch diese eine Verminderung des Fallverlustes eintritt, welcher dem Fliegen gutkommt.

Zur Klärung der Sache sei noch Folgendes erwähnt.

Wenn ein Körper fällt, so erzeugt er in jedem Falle ein Arbeitsquantum, welches immer durch den Ausdruck Gewicht mal Höhe d. i. $G \times h$ streng bemessen ist.

Findet der lothrechte Fall im luftleeren Raum statt, so ist das h grösser, als wenn der Fall im lufterfüllten Raume stattfindet.

Das Arbeitsquantum, welches beim Falle im luftleeren Raume erzeugt wird, kann man auch durch die Formel $\frac{G \cdot v^2}{2g}$ ausdrücken und ebenso richtig ist es in diesem Falle zu setzen: $Gh = \frac{G \cdot v^2}{2g}$.

Im lufterfüllten Raume stellt sich aber die Sache ganz anders dar.

Man kann da nicht mehr sagen $Gh = \frac{G \cdot v^2}{2g}$, sondern es ist sodann $G \cdot h < \frac{G \cdot v^2}{2g}$, weil eben der Fallverlust h kleiner wird.

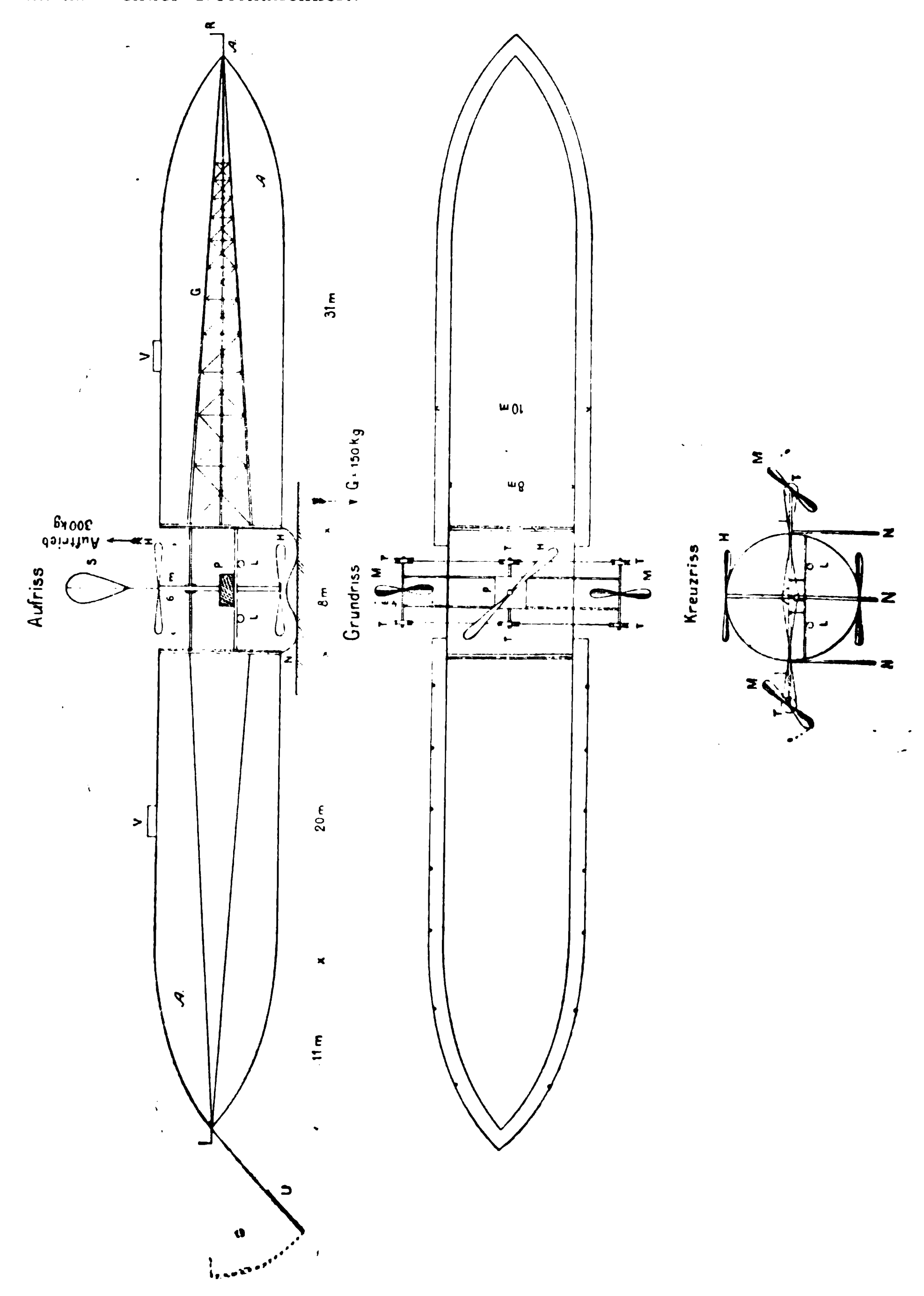
Es erklärt sich dies daraus, weil es sich hier nicht mehr um den lothrechten, sondern um den schrägen Fall handelt, wo die grosse Unterfläche des Schiffes nicht mehr so viel Luftverdrängungsarbeit zu leisten hat, sondern nur auf der selbst erzeugten Gleitbahn, dabei blos den Stirnwiderstand überwindend, abrutscht. (v. Loessl Abschnitt 100 u. 113).

Beim Gleiten ist aber der beim senkrechten Falle (der grossen Unterfläche wegen), statthabende Luftwiderstand nicht in derselben Grösse zu überwinden und bei dünnen gleitenden Flächen würde er sogar bis Null sinken. Es wird also Arbeit erspart und somit Kraft gewonnen.

Die beim Gleitfluge erzeugte lebendige Kraft wird daher immer grösser sein müssen, als der Arbeitsverlust beim Falle durch die Höhe h und darum kann die beim Gleitfluge gewonnene Kraft immer und in jedem Falle leicht den Arbeitsverlust $G \times h$ ersetzen und daraus allein erklärt sich die Mögkeit und der Vortheil des Segelfluges.

Beispiel.

Man denke sich einen, nach folgender Zeichnung ausgeführten, auf dem Principe der nur theilweisen Entlastung basirenden Flugapparat von nachstehender Beschaffenheit.



Zwischen den zwei Aluminium-Ballons ist der Maschinenraum eingeschaltet. Die maschinelle Einrichtung des Maschinenraumes besteht aus dem Motor P, welcher so eingerichtet ist, dass er entweder die beide Hebepropeller H, oder die an horizontaler Axe aufgekeilten Treibpropeller M in Thätigkeit setzen kann.

Werden die beide Hebepropeller durch den Benzin-Motor in Arbeit gebracht, so kann eventuell die Wirkung des Motors noch dadurch wesentlich verstärkt werden, dass man aus dem mit Pressluft gefüllten Behälter L der Cylinderkammer des Motors gespannte Luft in solchem Maasse zuführt, als ein gewünschtes beschleunigstes Aufsteigen des Schiffes erheischt. In der Regel ist aber der Benzin-Motor allein zu benutzen.

Wir nehmen an, um ja sicher zu gehen, dass das Gewicht der gesammten maschinellen Einrichtung, dann des Fussbodens, auf dem das Maschinenwerk steht, ferner die aus Holz construirten Rundplatten, welche den Maschinenraum von den Ballons trennen, sodann die Gitterträger G, welche die Ballons umschliessen und festhalten, endlich die Puffereinrichtung, die Aequatorfläche, die Passagiere etc. etc. zusammen 3000 kg wiegen sollen.

Die Hebepropeller sollen fähig sein, ein Gewicht von 300 kg in Schwebe zu halten, so dass die beiden Entlastungsballons ein Gewicht von $3000 - 150 = 2850$ kg zu eliminiren hätten.

Jeder der beiden Ballons hätte somit 1425 kg Auftrieb zu erhalten.

Bei Füllung derselben mit Wasserstoffgas ist anzunehmen, dass für jedes Kilogramm Gewicht ein Kubikmeter Gas erforderlich ist und dabei die Ballon-Construction schon mitgetragen wird.

Es hätte daher jeder der beiden Ballons einen Inhalt von 1425 m^3 zu erhalten. Nimmt man den Ballondurchmesser mit 8 m an, so misst die Kreisfläche 50.265 m^2 und es beträgt die Ballonlänge $\frac{1425}{51} =$ rund 28 m, und bei Ausführung einer Zuspitzung, die den Reductions-Coëfficienten des Stirnwiderstandes auf $^1/_{10}$ bringt, also auf 5 m^2 ermässigt, würde die verglichene Ballonlänge 30 m betragen.

Da der Maschinenraum mit 8 m angenommen ist, so hätte das Ballonschiff eine Gesammtlänge von circa 68 m und ein Wiegegewicht von 150 kg.

Erwähnt muss werden, dass im Aequator der Ballons eine Aequatorfläche 1 m breit rings um das Schiff gezogen ist, damit für den Luftdruck, den das Schiff nach unten ausübt, die ganze horizontale Projectionsfläche desselben in Wirksamkeit kommt.

Sehen wir nun zu, welche Leistungsfähigkeit ein solches fest gebautes, solides Schiff zu entwickeln vermag.

Dem Eigengewichte des entlasteten Schiffes $G = 150$ kg steht eine Hebekraft $P = 300$ kg gegenüber.

Es wird also Niemand zweifeln, dass das Schiff durch Anwendung dieser motorischen Kraft vom Erdboden weg, hoch in die Luft gehoben werden kann.

Da nach den Wellner'schen Schraubenversuchen zur Hebung von 18 kg eine Pferdekraft an Arbeit aufzuwenden ist, so wären für das Schweben $\frac{150}{18} = 8$ Pferdekräfte erforderlich.

Der Benzinmotor leistet 20 Pferdekräfte; die Aufstieggeschwindigkeit kann also sehr gross gemacht werden.

Nach vollendetem Aufstieg in beliebig gewählte Höhe wird die Arbeit der Hebepropeller eingestellt und die Schiffsaxe durch das Schwanzsteuer so eingestellt, dass dieselbe unter den für den Wellenflug günstigsten Winkel zu stehen kommt.

Nach den Formeln I und II wird dieser Winkel $\alpha = 5$ Grad 10 Minuten und der Winkel β, den die Fluglinie mit dem Horizont einschliesst, 10 Grad 20 Minuten.

Das Schiff fällt nun durch den Druck des gehobenen Uebergewichtes von 150 kg unter einem Winkel von 10 Grad 20 Minuten schräg ab.

Die Geschwindigkeit v, welche das Schiff hiebei erlangt, wird nach Formel III 0.7 Meter pro Sekunde.

Der wirkliche Flugeffect wird erst dadurch erzielt, dass man, wenn das Schiff diesen Schrägfall durch den Druck des gehobenen Uebergewichtes von 150 kg begonnen hat, nunmehr die Arbeit der beiden in der Richtung der Schiffsaxe wirkenden Propeller und zwar zuerst langsam einsetzt, damit Horizontalschwankungen des Schiffes vermieden werden und endlich mit der Arbeit der vollen 20 Pferdekräfte des Benzin-Motors beschleunigt.

Die Geschwindigkeit v_1, welche das Schiff hiedurch erhält, ist nach Formel IV rund 20 Meter in jeder Secunde.

Man kann also annehmen, dass die Freifallgeschwindigkeit, zusammen mit der vom Motor ertheilten Beschleunigung, eine Fahrgeschwindigkeit von rund 21 Meter in jeder Secunde ergeben wird, völlig genug, um auch starken Winden, wenn man genau in der Windrichtung fährt, mit Erfolg entgegentreten zu können. Weicht die Fahrt von der Windrichtung ab, so muss die Kunst des Lavirens in Anwendung gebracht werden. Da das Schiff durch den Schrägfall an Höhe verliert, so muss dieser Verlust durch Ausübung des Wellenfluges eingebracht werden.

Nimmt man an, dass das Schiff, veranlasst durch die rhythmische Drehung von dessen Unterfläche, Zweisecundenwellen zurücklege, so beträgt der Fallverlust in einer Secunde, während welcher ein Weg von 20 m zurückgelegt wird, nach Formel VI 3.6 m und da das Schiff 150 kg Wiegegewicht besitzt, so verliert es nach Formel VII 540 Meterkilogramm.

Dagegen besitzt es, wenn es im Tiefpunkt der Welle angelangt ist, eine lebendige Kraft nach Formel VIII von 2800 Meterkilogramm.

Mit dieser Kraft vermag es den eingetretenen Verlust $\frac{2800}{540}$ = rund 5 mal zu ersetzen.

Es wird beim Durchfliegen der Welle nicht einmal eine Abnahme der Fluggeschwindigkeit bemerkbar werden, da während der Auftahrt der Motor $20 \times 75 = 1500$ Meterkilogramm Arbeit liefert, zur Ersetzung des Fallverlustes aber nur 540 mkg nothwendig sind, ja das Schiff hat Kraft genug in sich, um mit derselben $5 \times 3.6 = 18$ Meter hoch aufzusteigen.

Es ist hiemit standhältig erwiesen, dass mit so eingerichteten Schiffen alle Aufgaben der Luftschiffahrt in der vollkommensten Weise zur Lösung zu bringen sind.

Will man grosse Fahrgeschwindigkeit bezwecken, so muss man allerdings auch grosse und daher theure Schiffe bauen; aber auch mit kleinen Schiffen und einer Triebkraft von 1 oder 2 Pferden, lassen sich bedeutende Erfolge erzielen.

Die Ausführung solcher Schiffe stösst auf k e i n e r l e i technische Schwierigkeiten. Die Situirung des 8 m breiten und 8 m langen Maschinenraumes in der Schiffsmitte gestattet den Passagieren einen sicheren und bequemen Aufenthalt.

Zum Betriebe kann ohne Anstand auch eine Dampfmaschine verwendet werden, da eine Gasexplosion, eben wegen der günstigen Situirung des Maschinenraumes zwischen den beiden Ballons, nicht wohl denkbar ist.

Die mit einem Geländer zu umgebende Aequatorfläche gestattet den Zutritt zu allen Theilen des Schiffes.

Die Fahrt wird sehr ruhig und stetig vor sich gehen und den Reisenden in keiner Beziehung Beschwerden verursachen.

Da die horizontale Projectionsfläche des Schiffes sehr gross ist und eine Belastung derselben mit 2 kg per Quadratmeter nur eine senkrechte Fallgeschwindigkeit von circa 1 m per Secunde herbeiführt, so kann man, wenn der Haupttheil der zu transportirenden Lasten erst auf einer Höhenstation eingenommen wird, mit einem solchen Schiffe sehr viele Personen gleichzeitig befördern.

Die Landung kann an jeder Stelle ohne Aufstoss erfolgen, da man als Gegenkraft den Accumulator immer zur Verfügung hat.

Die Füllung des Ballons mit Wasserstoffgas erfolgt, gleich der Füllung der Gasretorten in den Gasfabriken, nach vorhergegangener Versenkung derselben in Wasser-Cisternen.

Dühring sagt in einem seiner geistreichen Bücher:
„Niemand meine ich, wird glauben, dass das Schwimmen oder Fliegen auf eine einfachere oder leichtere Weise bewerkstelligt werden könne, als gerade auf diejenige, welche die Fische und Vögel aus natürlichem Instinct anwenden.“

Es erfordert also das Fliegen unbedingt, dass der Flugkörper so beschaffen sein muss, wie der Vogelkörper, d. h. er muss jene abweichende Eigenschaft des Vogelkörpers von allen übrigen Thieren, das geringere specifische Gewicht, oder was ganz dasselbe besagen will, das richtige Verhältniss zwischen Kraft und Last besitzen und der Constructeur eines Luftschiffes, will er nicht ins Blaue hineinarbeiten, ist von der Natur darauf hingewiesen, wenn er seine Entwürfe beginnt, dafür besorgt zu sein, dass der Flugkörper, den er herzustellen beabsichtigt, auch wirklich flugfähig sei, d. h. dass die Arbeitskraft, die er in demselben unterbringt, auch sicher ausreicht, das Fluggewicht hoch zu heben. Erst dann, wenn der Körper des Vogels flugfähig ist, d. h. wenn er das richtige specifische Gewicht besitzt, kann er wirklich fliegen, denn erst in diesem Augenblick reicht seine Muskelschlagkraft aus, sein Gewicht zu heben. Der Strauss kann nur darum nicht fliegen, weil seine Muskelschlagkraft sein Gewicht nicht heben kann; und eben so wenig ist die Taube, der man die Flügel stark beschnitten hat, trotz ihres sehr ausgebildeten Fluginstinctes, fähig, sich in die Luft zu schwingen, weil eben nicht mehr das nothwendige Verhältniss zwischen Kraft und Last vorhanden ist.

Um das richtige Verhältniss zwischen Kraft und Last bei künstlichen Flugapparaten herzustellen, mühen sich die Menschen seit einem Jahrhundert vergeblich ab, eine Maschine zu erfinden, welche fähig ist sich selbst in die Luft zu heben, und sich einige Minuten dort zu erhalten.

Es ist das immer nur dann gelungen, wenn man zum Betriebe dieser Maschinen accumulirte Kräfte verwendete; der mit dieser Kraft erzeugte Flug dauerte aber immer nur wenige Secunden, was natürlich auch nicht den geringsten praktischen Werth hat.

Trotz dieses durch 100 Jahren sich ewig wiederholenden Fiaskos sind immer noch Idealisten vorhanden, welche nicht davon ablasssen, aviatische Maschinen erfinden zu wollen, was ihnen wohl kaum je gelingen dürfte, da eben auch der Kunst der Mechanik Grenzen gesteckt sind, die man nicht überschreiten soll.

Diese von der Natur dem Können der Menschen gezogene Grenze scheint in der Maschinentechnik darin zu liegen, dass die mögliche Hebekraft der Maschinen, die mit constant bleibender Kraft betrieben werden, durch ihr Gewicht beschränkt ist.

Es scheint thatsächlich unausführbar zu sein, eine Maschine zu construiren, die sich selbst und den Beförderungsgegenstand in die Luft zu setzen vermag und welche im Stande wäre, die gehobene Last während der Dauer einer praktisch zulänglichen Zeit im Fluge zu erhalten. Alle Versuche diese Aufgabe zu lösen, sind bisher gründlich misslungen, so dass mit grösster Wahrscheinlichkeit anzunehmen ist, es sei dieses Problem überhaupt unlösbar.

Nachdem aber, um den Flug zu ermöglichen, die Hebekraft unbedingt die Last zu bewältigen im Stande sein muss und dieser unerlässliche mechanische Zustand, lediglich nur durch die Vornahme einer theilweisen Entlastung zu erzwingen ist, so bleibt die Anwendung dieses allein abhelfenden Mittels absolut nothwendig, um das Flugproblem zur Lösung zu bringen und man kann mit gutem Rechte behaupten, dass alle Versuche dieses Mittel aus der Flugtechnik ausscheiden zu wollen, in aller Zukunft nutzlos bleiben werden.

Nur Apparate, welche auf dem Principe der theilweisen Entlastung beruhen, lösen die Aufgabe, flugfähige Körper herstellen zu können und alle Projectanten, welche dieses Mittel bei ihren Constructionen unbenützt lassen werden, man kann dies ruhig behaupten, werden in der Luftschiffahrt niemals einen bedeutenden Erfolg zu erzielen vermögen.

Aber wenn auch die Herstellung einer aviatischen Maschine einst möglich gemacht würde, so könnte mit ihr, ohne Anwendung einer künstlichen theilweisen Entlastung durch den Auftrieb eines Ballons, doch kein brauchbares Luftschiff hergestellt werden, weil dessen Flugfähigkeit einzig und allein von der ununterbrochen bleibenden Arbeitsfähigkeit seiner Maschine abhängig wäre; würde diese auch nur einen Moment, aus irgend einem technischen Grunde, unterbrochen werden müssen, so wäre die unmittelbare Folge eines solchen Vorkommens, dass das Luftschiff in Folge seines übergrossen Eigengewichtes und der relativ nur geringen Ausdehnung seiner dann unlenkbar gewordenen Segelflächen, sofort mit einer unhemmbaren Geschwindigkeit zu Boden steigen müsste, die ein Zerschellen des Schiffes und den Tod seiner Insassen ganz unvermeidlich machte.

Diese imminente Gefahr, welche von den Aviatikern in ihren Ausführungen stets mit Stillschweigen übergangen wird, ist bei Schiffen mit theilweiser Entlastung nicht vorhanden; denn tritt bei einem solchen ein Maschinengebrechen ein, so fällt es, in Folge seiner grossen Unterfläche, nur mit einer Geschwindigkeit, die sein Landen, auch mit einer defecten Maschine, ganz ungefährlich macht.

Das Riesenschiff, welches wir als Beispiel wählten, hat ja nur ein Wiegegewicht von 150 kg und dabei eine Fallschirmfläche von über 600 m^2; es kann also nur sehr langsam sinken.

Die Schiffe mit theilweiser Entlastung schwimmen in der Luft wie der segelnde Vogel und steigen erst dann, wenn ihre Horizontalpropeller in Arbeit gesetzt werden, während aviatische Apparate unausgesetzt fliegen müssen und niemals schwimmen können.

Die Möglichkeit einer nur langsamen Schiffsbewegung ist für ein Luftschiff eine sehr kostbare, ja unbezahlbare Eigenschaft und diese kann nur durch die theilweise Entlastung dem Schiffe eigen gemacht werden.

Die ewige Einrede der Aviatiker, dass theilweise entlastete Schiffe, ihres grossen Stirnwiderstandes wegen, niemals schnell genug fliegen können werden, ist, wie schon unser Beispiel nachweist, ganz unbegründet.

Allerdings wird beim Betriebe theilweise entlasteter Schiffe die Steuer- und Lavirkunst angewendet werden müssen, bedonders dann, wenn die Reiserichtung nicht mit der Windrichtung genau zusammenfällt; aber die nämliche Schwierigkeit hat auch die Seeschiffahrt zu bewältigen und sie wird recht gut mit ihr fertig; es ist gar nicht einzusehen, warum bei Fahrten in der Luft nicht auch die am Meere erlernte Segelkunst voll und mit bestem Erfolg angewendet werden könnte?

Und ist es denn nicht unbedingt nöthig, dass ein Luftschiff, welches vielleicht die Bestimmung zu erfüllen hat, das Weltmeer zu übersegeln, fest und solid hergestellt werde, dass zu seinen Betriebe nur widerstandsfähiges Material und gute Maschinen benutzt werden und wie will man dieser Forderung bei aviatischen Schiffen, die nur ein Constructionsgewicht von ein paar hundert Kilogramm besitzen dürften, Rechnung tragen, wo doch fest gebaute Schiffe tausende von Kilogrammen wiegen müssen?

Nur bei künstlich entlasteten Schiffen ist es möglich, dauerhafte Constructionen auszuführen, während man aviatische Schiffe mit so wenig Materialaufwand herstellen soll, dass jeden Techniker Grauen erfasst bei dem Gedanken eine solche Aufgabe lösen zu sollen!

Alles, alles spricht gegen die aviatischen Schiffe, und für die theil weise entlasteten Schiffe und doch herrscht in den Kreisen der Flugtechniker eine, wie es scheint, beinahe unüberwindliche Strömung gegen diese Anträge, obwohl beachtenswerthe Gründe, die die Verwerfung des Principes der theilweisen Entlastung rechtfertigen könnten, seit 20 Jahren, obwohl sie stets begehrt wurden, noch niemals vorgebracht werden konnten.

Die Einführung des Principes der theilweisen Entlastung in die Flugtechnik bleibt trotzdem das einzige zur Disposition stehende Mittel, um das Flugproblem wirklich zu bewältigen; es ist ganz aussichtslos, wenn man sich dieses Mittels nicht bedient, Brauchbares zu schaffen, weil auch die Flugthiere nur dann den Flug zu vollführen vermögen, wenn bei ihnen das richtige Verhältniss zwischen Kraft und Last vorhanden ist, d. h. ihr specifisches Gewicht muss, ihrer Kraft gemäss, thatsächlich vorhanden sein. Ohne diese Eigenschaft kann ein Vogel wohl schläg abwärts f a l l e n, aber niemals aufwärts oder horizontal f l i e g e n.

Da es sich aber bei Luftschiffen immer nur darum handelt wirklich f l i e g e n zu können, so muss bei denselben, ebenso wie beim Vogel, das specifische Gewicht nach der vorhandenen Betriebkraft regulirt sein: dann erst wird der Flug denkbar.

Man sollte glauben, dass letzteres Argument Jedermann überzeugen könnte.

In den Fusstapfen Glaisher's[1]).

(Eine Ballonhochfahrt in England.)

Von **A. Berson** in Berlin.

Vor mehreren Jahren brachte diese Zeitschrift die kurze Schilderung einer Luftreise des Schreibers dieser Zeilen, welche seither, durch die bedeutende dabei erreichte Höhe, in weiteren Kreisen bekannt geworden ist. Mit Recht konnte damals auf Grund einer eingehenden und streng unparteiischen Kritik aller historisch überlieferten Ballonhochfahrten der Anspruch erhoben werden, dass diese am 4. December 1894 ausgeführte Reise mit ihrem durch Aufzeichnungen von Registrirapparaten beglaubigten tiefsten Luftdrucke von 231 mm Quecksilberhöhe und der daraus sich ergebenden Erhebung über den Meeresspiegel von 9155 Metern den höchsten von Menschen ausgeführten Aufstieg in das Luftreich darstelle.

In dieser Sachlage ist seit damals keine Aenderung eingetreten. Aber wenn sowohl die Leitung der Berliner wissenschaftlichen Ballonfahrten als auch der Verfasser selber zu jener Zeit glaubten, nach dem alten Worte „Ende gut, Alles gut" hiermit am Ende ihrer experimentellen Thätigkeit zu stehen und sich nun mit aller Musse der Sichtung und theoretischen Verarbeitung der Ergebnisse des weitschichtigen Unternehmens widmen zu können, so erging es ihnen, wie es in derlei Sachen nur zu oft geht; sie wurden „die gerufenen Geister nicht los." Zuerst kamen die „Internationalen Ballonfahrten," über welche die Leser dieser Zeitschrift ja schon Manches gehört haben; dass bei diesen Preussen und hiermit Berlin nicht fehlen durfte, war naheliegend genug. Aber auch sonst ergab gerade die Bearbeitung des 1891 bis 1894 gewonnenen reichlichen Materials, dass der Schreibtisch allein noch nicht ausschliesslich zu herrschen berufen war; es zeigten sich, — wie ja bei einem solchen von Wind und Wetter und tausend anderen Umständen abhängigen Unternehmen nur zu natürlich — in den grundlegenden Fragen, speciell der verticalen Temperaturvertheilung, einzelne böse Lücken, welche nicht mit der Erwägung abzufertigen waren, dass ja bei diesen Experimenten jeder Gedanke an Vollständigkeit von vornherein ausgeschlossen sei, sondern bei der Arbeit immer wieder gebieterisch nach Beantwortung verlangten.

So half denn alles leicht erklärliche Widerstreben, Neues zu beginnen, ehe das bis nun Gewonnene verwerthet war, nichts; es mussten eben aufs Neue die Ballons herausgeholt, es muste wieder „ausgelegt und gefüllt," „abgewogen nnd gefahren" werden. Und zwar war das Allerwichtigste, was noch nachzutragen blieb, die Ausführung mindestens einer Fahrt in grosse, 7—8000 Meter erreichende Höhen an einem warmen Sommertage,

[1]) Im Einverständniss mit Redaction und Verlag der Meteorologischen Monatsschrift „Das Wetter" (Berlin, O. Salle) gleichzeitig in derselben und an dieser Stelle veröffentlicht. Die Redaction.

womöglich in einem Gebiete hohen Luftdruckes. Denn die grosse Reihe der bisher stattgefundenen Auffahrten hatte es in hohem Grade wahrscheinlich gemacht, dass entgegen den vorher (hauptsächlich nach den von Glaisher, dem Altmeister wissenschaftlicher Aëronautik, gefundenen Temperaturwerthen) feststehenden Ansichten in den höheren atmosphärischen Schichten eine rasche Temperaturabnahme, sehr tiefe, und relativ nur wenig veränderliche Luftwärme herrschten müssten. Die nothwendige und selbstverständliche Umkehrung der Verhältnisse (da die Temperatur ja nicht ins Unendliche abnehmen kann!), also eine Wiederverlangsamung in der weiteren Abnahme der Luftwärme, schien darnach erst in ganz grossen Höhen, nicht etwa schon in der Region der mittleren Wolken, sondern erst in den höchsten Cirrushöhen einzutreten. Allein es fehlte an einer Bestätigung in dem Sinne, dass diese Verhältnisse auch noch an Tagen vorhanden sind, an denen eine erhebliche Erhitzung des Luftmeeres bis in grosse Höhen hinauf angenommen werden muss. Wenn bei einer Wetterlage, wo alle Umstände zusammentrafen, um diese hochhinaufreichende Erwärmung als besonders intensiv erscheinen zu lassen, — also an einem auf der Erdoberfläche heissen Tage, am besten nach einer bereits seit einiger Zeit anhaltenden Hitzeperiode, in einem barometrischen Maximum, dessen gesammte Luftsäule nach den neueren Untersuchungen eine durchschnittliche hohe Temperatur besitzen muss — nachgewiesen werden konnte, dass die hohen Luftschichten, ob auch zweifellos gleichfalls etwas wärmer als sonst, doch nicht eine als principiell zu betrachtende, sehr erhebliche Abweichung der Temperatur nach oben aufwiesen, wenn sich auch in diesem Falle dort relativ sehr niedrige Temperaturen und eine rasche Weiterabnahme derselben mit wachsender Höhe fanden, so konnte ein solcher Nachweis, geführt unter für unsere bisher geäusserten Annahmen besonders ungünstigen Umständen, als eine Art von Probatio diabolica gelten.

Es war also beschlossen, eine Hochfaht in der zweiten Hälfte des Sommers bei anhaltender grosser Wärme und (womöglich!) in einem Maximum auszuführen. Aber warum in England? Dafür sprach ein besonderer Grund. Von einem in der Meteorologie hochangesehenen Forscher, Herrn Nils Ekholm in Upsala, war in der Meteorologischen Zeitschrift Ende 1896 auf vorläufige Mittheilungen von unserer Seite, ausser einigen, mehr auf missverständlicher Auffassung unserer Behauptungen beruhenden anderen Einwendungen, der nicht ohne Weiteres von der Hand zu weisende Einwurf gemacht worden: dass die von Glaisher beobachteten so viel höheren Temperaturen der hohen Luftschichten und die damit zusammenhängende langsame Abnahme derselben in den Erhebungen von 4—8000 m vielleicht durchaus nicht nur der Fälschung der Resultate durch ungenügenden Schutz der Instrumente gegen die Sonnenstrahlung[1]) zuzuschreiben sein

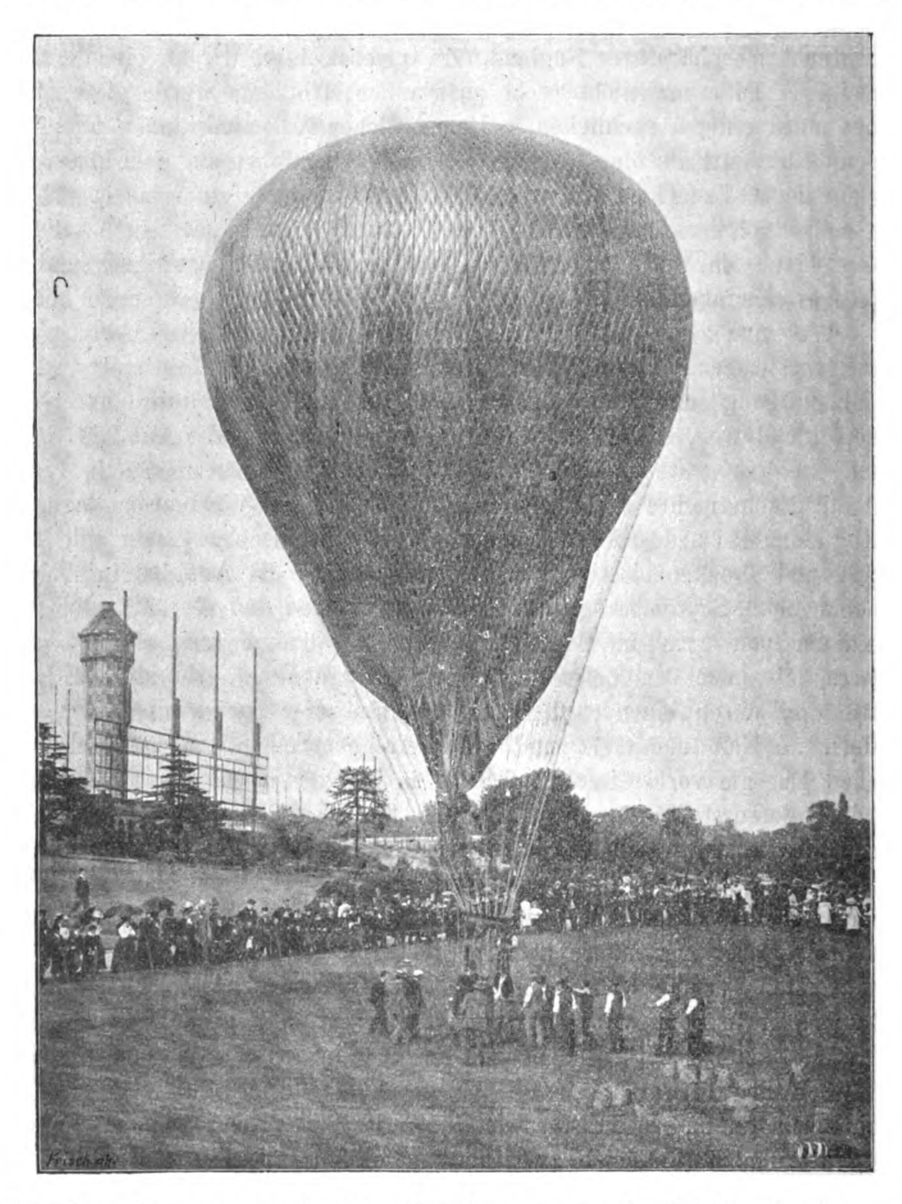
[1]) Uebrigens hatten wir diese stets nur als eine der Ursachen der zu hohen Temperaturen Glaisher's betrachtet. (Vergleiche den Schluss des Artikels.)

dürfte, sondern auch eine thatsächliche Unterlage haben könnte in der unter oceanischem Einflusse stehenden, durch die dorther stammenden Luftströmungen und die besonders reichlichen Condensationsvorgänge stärker erwärmten Atmosphäre über England. Zwar vermochten wir an eine derartige principielle Differenz nicht recht zu glauben; trotzdem wurde diese Erwägung, nebst einigen sachlichen und persönlichen Nebenumständen, ausschlaggebend für den Entschluss, die beabsichtigte Hochfahrt auf dem klassischen Boden der Glaisher'schen Fahrten in Ausführung zu bringen. Natürlich sollte sich daran eine gleichzeitige Fahrt auch bis mindestens 5—6000 m Höhe bei uns in Berlin anschliessen, um die Sache auf etwaige grundsätzliche Abweichungen hin gleich auf simultaner Grundlage prüfen zu können.

War nun zwar der für diese Zwecke so passende heisse August d. J. leider verstrichen, ehe die Vorbereitungen hüben und drüben, trotz grösster Beschleunigung und dauernder telegraphischer Unterhaltung unter dem Aermelkanal weg, soweit gediehen waren, so schienen die Aussichten doch kaum weniger gute zu sein, als ich am 7. September abends in London eintraf. Es herrschte unter dem Einfluss einer über Westeuropa lagernden Anticyklone bei südöstlichen Winden auf den Britischen Inseln anhaltende Hitze und Trockenheit; ja der ursprünglich für die Auffahrt in Aussicht genommene 9. September gestaltete sich in London, bei einem Nachmittagsmaximum von 32.8^{0} im Schatten, sowohl zu dem heissesten Tage dieses Jahres, als auch dem heissesten Septembertage des Jahrhunderts. Leider hatte die, durch einen englischen Freund unserer Sache mit den grössten Opfern an Zeit und Geld und unter Aufgebot einer wahrhaft angelsächsischen Energie vorbereitete Luftfahrt in Folge verschiedener Hindernisse in der Wasserstoffbereitung an diesem „idealen“ Tage (der Aufenthalt in der englischen Metropole war an demselben weniger ideal zu nennen. . . .) noch nicht stattfinden können. Ich suchte meinen Aerger und meine Enttäuschung durch einen mir unvergesslichen Besuch bei dem Nestor der meteorologischen Aëronautik und der Meteorologie überhaupt, unserem ausgezeichneten Vorbilde, dem nunmehr im 90. Lebensjahre stehenden James Glaisher in South-Croydon, sowie durch vorübergehende Theilnahme an der Versammlung der „British Association“ in Bristol zu lindern und am Mittwoch den 14. gediehen endlich die Vorbereitungen so weit, dass wir nach Berlin an unsere halbverzweifelten Mitarbeiter hinüberkabeln konnten: morgen Auffahrt (natürlich „weather and circumstances permitting“ wie es auf den Schiffskonossementen der Seefahrer so schön heisst, und wie auch der Luftfahrer eigentlich immer sagen muss), nebst allerlei tröstlichen Versicherungen über die noch anhaltend günstige Witterungslage.

Am Donnerstag, den 14. September, versprach der Ballon anscheinend in einigen Stunden halb voll zu werden, nachdem bereits am Vortage ein paar Hundert cbm Wasserstoff in denselben eingeführt worden waren (an Füllung zu Nachtzeit war auf den dunklen Gründen des Crystal Palace

nicht zu denken). Damit hatte er dann so viel **Auftrieb, dass wir zwei,** Schreiber dieser Zeilen und der wohlbekannte junge **Fachluftschiffer**



Stanley Spencer, Besitzer des fast neuen, sehr leicht **gebauten und rund** 1600 cbm grossen Ballons, mit noch einigen **Säcken Ballast in die Höhe gehen** konnten, nöthigenfalls aber, um die **günstige** Witterung **nicht endgültig zu verpassen,** ich allein; doch wollte der für das **Unternehmen enthusiasmirte** Balloneigner nur im äussersten Falle auf die **Theilnahme an der für ihn neuen** Hochfahrt verzichten. **Für den** mit **Luftschiffahrt**

nicht Vertrauten sah der gegen 1/22 Uhr halbvolle, also mit anderen Worten halbleere Ballon nicht gerade einladend aus, wie das nebenstehende, kurz vor der Auffahrt aufgenommene Bild zeigt. Doch wussten wir alten „Luftleute" sehr wohl, dass derselbe, mit dem ersten Auftrieb einmal emporgeschickt, infolge Ausdehnung des Füllgases unaufhaltsam steigen würde, bis er, voll geworden, seine normale, dem Auge allerdings angenehmere Kugelform angenommen haben würde; für das nicht mitgenommene halbe Füllgas liessen wir eben nur die entsprechenden 880 kg Sand gleich auf der Erde zurück. —

Fünf Minuten nach 2 Uhr fing mit einem Male der Crystallpalast an mit den beiden ihn flankirenden Thürmen in die Tiefe hinabzusinken, ein Gewirr von Stimmen tönte herauf, und ehe wir uns recht umsehen konnten, lag eine Provinz von Häusern und Strassen, mit hundert wirr durcheinanderlaufenden Eisenbahnlinien, Strom und Landschaft und der fern verschwindende parkartige Horizont Südenglands, rasch sich verkleinernd, tief zu unseren Füssen.

Wir hatten infolge der auf den nahen und hochgelegenen, selber mit seinem imposanten Centralbau und seinen Thürmen eine bedeutende Erhebung darstellenden Krystallpalast stehenden Windrichtung beim Verlassen der Erde einen kräftigen ersten Auftrieb nehmen müssen, der wohl auch ein wenig stärker als nöthig ausgefallen war; denn der Ballon schoss mit gewaltiger Geschwindigkeit nach oben. Es rauschte ordentlich in der birnenförmig herunterhängenden Stoffmasse, zwischen deren Falten das rapide zur Ausdehnung gezwungene Gas mit mächtigem Drucke einströmte, die Leinen des Netzes streckten sich und knisterten, der schnellen Gestaltänderung des Ballons nachgebend, der Korb war in einem dauernden leichten Zittern begriffen. Der in der Luft im unteren Theile des Ballons, theilweise auch im Füllgase mitgerissene Wasserdampf condensirte sich rasch in der rapide zunehmenden Abkühlung und strömte von Zeit zu Zeit wie weisslicher Qualm aus dem Füllansatz heraus. Schnell überflog das Auge das ihm neue, von dem mir gewohnten nord- oder mitteldeutschen grundverschiedene Landschaftspanorama — und so oft es zu den Apparaten zurückkehrte, fand ich das Thermometer um eine ganze Reihe von Graden gefallen. Der „Excelsior", wie unser Ballon — nebst zahlreichen seiner Brüder — hiess, stieg zeitweise mit einer verticalen Geschwindigkeit von 5 bis 6 Metern per Secunde empor — und als er nach genau einer halben Stunde die Höhe erreicht hatte, in welcher er voll und auch der erste Auftrieb von ca. 80 kg verbraucht war, befanden wir uns bei einem Barometerstande von 315 mm und einer Temperatur von $-26^1/_2{}^0$ in rund 7200 m, so dass die mittlere Geschwindigkeit seines Aufwärtsfluges noch immer 4 m in der Secunde betragen hatte. Eine halbe Stunde lang stiegen wir also in jeder Secunde um ein Stockwerk höher.

Schon vorher, bei etwa 6000 m, hatte mir M. Spencer zugerufen,

er fange an sich „so komisch“ zu fühlen; ich wusste wohl aus früherer Erfahrung, was das zu bedeuten habe und gab ihm den Rath, sogleich mit der Sauerstoffathmung zu beginnen. Er that es mit ausgezeichnetem Erfolge und wenige Minuten später folgte ich seinem Beispiele. Ich kann es Angesichts gegentheiliger, meist vom grünen Tische aus geäusserter Ansichten nicht kräftig genug betonen, in welch ausgezeichnetem Masse ich noch bei Jedem, mit dem ich Fahrten in grosse Höhen unternommen habe und bei mir selber die erfrischende, kräftigende, Energie und Wohlbefinden in gleicher Weise hebende Wirkung der künstlichen Sauerstoffzuführung festgestellt habe — natürlich kann ich hier nicht näher auf die Frage eingehen.

In langsamer Vorwärtsbewegung hatte der Ballon indessen beinahe einen Halbkreis beschrieben und schon vor drei Uhr unter Ballastauswurf 8000 Meter Höhe überschritten. Die Temperaturabnahme, welche zunächst nur in den untersten 1000 Metern, in der Nähe der stark erhitzten Erde, schnell erfolgte, dann aber bis über 4500 m mässig war (wenig über $^1/_2{}^0$ per 100 m) nahm nun über diesen mittelhohen Schichten immer mehr zu, bis auf 0,8 und $0,9^0$ per 100 m — und rasch sah ich, trotz England und oceanischem Klima, trotz einer Wärme von 27^0 unten und barometrischem Maximum und südwestlicher Luftströmung, meine Thermometer (Quecksilber- und Alkohol-) den in diesen Höhen gewohnten und von uns auch erwarteten tiefen Kältegraden zueilen. Schon unterhalb von 8000 m war die Temperatur unter -30^0 gesunken und fiel noch immer rasch weiter. Wir hatten die Themse östlich von London, ja noch östlich der „Isle of Dogs“ überflogen und schienen nun beinahe mit rein westlichem Winde zu gehen. Aber diese Feststellungen waren nur das Ergebniss längerer, genauer Verfolgung des Weges; für den unmittelbaren Blick des Auges war weder eine Bewegung des Ballons bemerkbar, noch auch hatte man aus dieser ungeheueren Höhe den Eindruck über einem vereinzelten Punkte der Landschaft, einem Dorfe oder Stromarme, zu schweben. Dazu war denn doch das vom Auge mit einem Male umspannte Panorama zu gross. Noch schien ganz London zu unseren Füssen zu liegen und doch glaubten wir in unmittelbarer Nähe der meeresartig sich verbreiternden Themsemündung zu sein; in tiefen Einschnitten griff die See mit den Buchten von Chatham und Whitstable, von Maldon, Colchester und Ipswich in das Land hinein, von dem wir die Empfindung hatten, dass es uns gewissermassen unter unseren Füssen weggezogen werde. Während dem kundigen Ballonführer aus geringeren Höhen eine nur leicht gewellte Hügellandschaft sich in Schatten und Farbenstufen verräth, waren aus dieser Erhebung die Downs sowohl, wie der Weald und die Hügel von Hertfordshire und Essex förmlich glattgestrichen; in mächtigem Bogen umspannte das Meer mit mattsilbernem Spiegel Südengland, breit ausladend sah man den Kanal von der Strasse von Dover gen Südwesten sich öffnen und aus dem weiss-

lichen Dunst des durchsonnten Horizontes in feinen, scharfen Umrissen den dunkleren Küstenstrich jenseits, das Land zwischen Dünkirchen und Dieppe sich abzeichnen. Ich habe auf hohen Alpengipfeln oft das Wort „unvergesslich“ gebraucht; aber noch nie hatte ich es mit so viel Recht vor mich hingemurmelt, als bei diesem, Länder und Meere umfassenden Anblick.

Vier Minuten nach drei hiess es „Halt!“ — nach und nach hatten wir den verfügbaren Ballastvorrath verbraucht und nur 4 mässige Sandsäckchen von insgesamt 60 kg Gewicht waren übrig, die denn doch für Abstieg aufbewahrt werden mussten. Wir befanden uns in 8320 Meter Höhe, bei 271 mm Luftdruck und —34,1° Lufttemperatur, beide bei Sauerstoffathmung, die ich sogar gelegentlich auf volle Minuten aussetze, wenn sie mich bei der Hantirung mit den Apparaten störte, ganz wohl und munter, wenn auch freilich in der eigenthümlichen, mit Worten nicht wiederzugebenden Verfassung, in welche der gesammte Organismus, der physische wie der geistige, in dieser dünnen und kalten Luft trotz aller Palliative versetzt wird. Als nun der Ballon nach ganz geringem Fall wieder umbog und wir uns andauernd in dieser grossen Höhe hielten, wurde bei der schon tiefstehenden Sonne die Kälte besonders empfindlich, umsomehr als wir uns im Drange der Vorbereitungen zur Abfahrt gegen dieselbe gar nicht versehen, sondern die Packete mit warmer Wollwäsche friedlich auf dem Rasen der Anlagen zurückgelassen hatten und genau so gekleidet waren, wie es für einen heissen Sommertag in London eben passte — was bei einer Wärmeabnahme von 61° C allerdings nicht mehr genügte. Zur Entschuldigung muss ich hinzufügen, dass ich nur sehr geringe Hoffnung gehabt hatte, zu z w e i e n mit dem nicht sehr grossen Ballon thatsächlich so erhebliche Höhen und damit so tiefe Temperaturen erreichen zu können.

Aber bald ging der Ballon wieder von selber herab, was wir nun geschehen liessen; ja, als uns ein kurzes Studium der scharfgezeichneten Landkarte unter uns zu verrathen schien (bei der grossen Höhe und sehr langsamen Vorwärtsbewegung war es schwer, Sicheres festzustellen), dass wir uns nun mit zunehmender Geschwindigkeit dem gewaltigen, breiten Wassergeäder der Themsemündung (dem „Sea-Reach“ der Londoner) näherten, beschleunigten wir durch Ventilziehen geflissentlich seinen Fall. Ein kräftiger Aufprall auf die Erde ist ja noch immer dem Hinausgetragenwerden auf das offene Meer — der schlimmsten, einzigen grossen Gefahr für den Luftschiffer — vorzuziehen. Nun, dieser Aufprall blieb uns denn auch nicht erspart; der Ballon durcheilte ein Kilometer nach dem anderen nach unten zu, die oberen 4000 Meter in 16, die untere Hälfte, unter dem mildernden, doch nicht ganz nach Wunsch erfolgenden Einfluss des successive über Bord geworfenen Ballastsandes, in 20 Minuten. Es gelang mir während des Abstieges noch eine kurze, doch zur Kontrolle durchaus genügende Reihe von Beobachtungen auszuführen und meine Instrumente beim schnellen Heraneilen der Erde so gut wie möglich zu verpacken. Ich werfe einen

Blick nach unten: verschwunden sind wieder See und Küste und schliesslich sogar die Themse, im Fluge dehnen sich und wachsen Felder und Wälder und Weiler in die Breite, wir überfliegen noch das Doppelgeleise einer Bahnlinie, der Schleppgurt legt sich ringelnd auf den Boden — ein Krach, ein Ruck nach oben und wieder ein Aufprall, kräftig doch nicht zu arg; eine Minute später schaue ich auf meine Uhr und sage zu Mr. Spencer: „um 3.55 sind wir gelandet."

Dann folgen die gewöhnlichen Begleitbilder einer Ballonlandung: athemlos an den Korb herankeuchende und fragende Menschen, vor Aufregung hochrothe Kindergesichter, wirre Komandorufe beim Verpacken des Aërostaten, kichernde Dorfmädchen, ein liebenswürdiger Reverend, der uns mit seiner Familie herzlichst zum Thee einladet, alles wie bei uns, alles ohne eine Spur von dem bei uns in Gesprächen so beliebten „englischen Phlegma". Es wird Höhe gerechnet und Temperatur beobachtet (noch immer 24°) und telegraphirt und gekabelt, Thee getrunken und „cake" und „jam" gegessen und zum Bahnhof gefahren; und während alledem Fragen, Fragen und endlose Fragen beantwortet und ein Gefühl von Hitze und dicker, dumpfer Luft.

Schon am nächsten Tage schwamm ich auf der Nordsee, der Heimath zu; den gestern von oben so glatten Spiegel bedeckte eine frische Ostbriese mit ganz artigen Wellenköpfen.

Gleichzeitig mit uns war in Berlin mein Kollege Dr. Süring allein aufgestiegen und hatte in einer sechsstündigen Fahrt, die ihn nach Königgrätz in Böhmen führte, die für einen Leuchtgasballon gewiss respectable Höhe von 6200 m erreicht. Die Vergleichung der Resultate beider Fahrten ergab folgende bemerkenswerthe Thatsachen:

1. Wie schon oben betont, herrschten auch in diesem heissen Sommermaximnm, auch über England, in Höhen von 8000 m Lufttemperaturen von einigen dreissig Grad unter Null. Die Temperatur von —34° in 8300 m war nur um 5—6° höher als diejenige, welche im „Phönix" vor einigen Jahren im December gefunden worden war und ziemlich gleich jener, die wir seinerzeit im Mai 300—400 m tiefer vorgefunden hatten. Es wurde hiermit noch auffälliger, dass Glaisher in 28 Fahrten, von welchen mehrere 8000 m, eine mindestens 8500 m Höhe erreichte, als tiefste Temperatur —20,6° gemessen hatte.

2. Während in England auf der Erde bei südöstlichen Winden klares und heiteres Wetter herrschte, brachte in Norddeutschland, an der Vorderseite des Maximums gelegen, ein breiter, in das über Russland liegende Minimum hineinfluthender Nordweststrom geschlossene Bewölkung mit Regentropfen und eine bis zu 10° niedrigere Luftwärme. Aber diese Störung berührte nur die unteren Luftschichten bis zu 2500 m Höhe; hier trat zunächst eine Temperaturumkehr über den Wolken ein, dann langsame Wärmeabnahme und die Nullisotherme, die bereits einmal in der Wolke in

2500 m geschnitten war, wurde noch einmal erst in etwa 3800 m angetroffen, nur noch etwa 450 m tiefer, als über dem gleichzeitig unten so viel wärmeren England. Und von hier an nahm die Temperatur dort um so viel schneller ab, dass über 6000 m die Isothermflächen hier und dort bereits in gleicher Höhe liegen: in 6100 m fanden wir —14,1°, Süring in Deutschland (Mittel aus 9 Ablesungen) —13,7!

3. Es lagen also in dem ganzen Gebiete der Anticyklone die Nullisothermflächen sehr hoch (ziemlich gleich der höchsten Lage von 70 Fahrten in der wir sie schon vorher an heissen Sommertagen gefunden, von rund 4000 m — während Glaisher gelegentlich bei 7000 m noch über + 3° gemessen hatte) und der ganze Luftkörper des Maximums erwies sich auf beiden Seiten desselben als warm und in grösseren Höhen gleichmässig temperirt, mit sehr rascher Wärmeabnahme in den grössten Höhen, rund 1° auf 100 m.

Woher aber stammen die doch wohl sicher zu hohen Temperaturen Gay-Lussac's, Glaisher's, Tissandier's, Welsh's und Anderer? Ein Physiker und Meteorologe vom Range Glaisher's wird wohl auch Thermometer und Barometer entsprechend behandeln und sicher ablesen können.

Ueber die inneren und äusseren Ursachen dieser Unzulänglichkeit, insbesondere der Beobachtungen Welsh's und Glaisher's, insbesondere des Letzteren, hatten wir längst unsere wohlgegründeten, streng sachlichen und nicht auf Schlechtmachen dessen, was ein Anderer vorher gefunden, wie uns liebevoll insinuirt worden ist, beruhenden Ansichten. Sie sind zu suchen: in dem mangelnden Schutze seiner Thermometer gegen die mächtige Sonnenstrahlung, in der ganz unzulässigen Aufstellung derselben inmitten des stark gegen die Aussenluft überwärmten Korbes und in nächster Nähe des Körpers der Korbinsassen — in zweiter Linie in dem bei fehlender Ventilation unvermeidlichen starken Nachhinken der Instrumente während der rapiden Aufstiege und in den allgemein sehr überhasteten Ablesungen. Wie sehr diese Annahmen, die auch auf Vergleichen bei früheren Fahrten fussten, berechtigt waren, zeigte sich schlagend bei einer, wenige Wochen nach der hier geschilderten, unternommenen Fahrt, welche den Schreiber dieser Zeilen und seinen alten „Luftkollegen" Dr. Süring am 3. Octbr. d. J. auf 7400 m Höhe geführt hat. Bei derselben wurden genau nach Glaisher's Art aufgestellte Thermometer, Schleuderthermometer und aspirirte Instrumente systematisch verglichen.

Was diese Vergleichungen gelehrt haben, wird dem Verfasser vielleicht ein anderes Mal vergönnt sein, an dieser Stelle auszuführen.

Nachschrift. Während der Drucklegung dieses Heftes ist uns in Heft I. d. J. 1899 der Ill. Aëronautischen Mittheilungen ein Bericht über einen, die vorstehende Doppel-Fahrt betreffenden gemeinsamen Vortrag des Unterzeichneten und H. Dr. Süring's zugegangen. Wir möchten zu diesem Bericht, dessen Erscheinen an so vielgelesener Stelle

uns natürlich zur Freude gereicht, einige Bemerkungen nicht unterdrücken. Der Unterzeichnete hatte schon in der betreffenden Sitzung des „Deutschen Ver. z. Förd. d. Luftsch." richtiggestellt, dass der rasche Aufstieg des Ballons bis 7200 m durchaus nicht auf einer anderen „englischen" Methode des Aufsteigens beruhte, wie gemeint worden war (der Unterzeichnete hatte durchaus selber die Disposition über die Art des Auffahrens etc.), sondern darauf, dass der Ballon aus äusseren Gründen nur halb gefüllt werden konnte, dabei aber, wegen des auf den sehr hohen Crystall Palast zu stehenden Windes, mit einem erheblichen ersten Auftrieb losgelassen werden musste. Jeder Luftschiffer weiss, dass unter diesen Umständen der Ballon dauernd unter der Einwirkung dieses erheblichen ersten Auftriebs, also mit der, bei vollen Ballons sonst nur für die ersten mehreren hundert Meter üblichen, relativ erheblichen Geschwindigkeit steigen wird, bis er voll geworden, und dann auch noch der erste Auftrieb verbraucht sein wird — im vorliegenden Falle also auf ca. 7000 m. Gegen diese Thatsache konnte der Unterzeichnete, der mit den Erfordernissen einer wissenschaftlichen Ballonfahrt nicht unvertraut ist, beim besten Willen nichts machen.

Vor allem hat es ihn aber schmerzlich berührt, dass den Ergebnissen der mit solcher Mühe vorbereiteten, nicht alle Tage ausgeführten, nicht besonders leichten und sehr wohl gelungenen Fahrt mit leichtem Herzen als einziges Prädikat dasjenige ertheilt wird, sie seien weniger genau gewesen, als diejenigen der gleichzeitigen Auffahrt in Berlin. Wir möchten in aller Bescheidenheit fragen, worauf sich dieses für eine wissenschaftliche Ballonfahrt wenig schmeichelhafte Urtheil stützt? Es scheint, eben auf die Vornahme der Temperatur- etc. Ablesungen während des raschen Steigens des Ballons. Da möchte Schreiber dieser Zeilen zur richtigen Beurtheilung dieser Verhältnisse Folgendes bemerken:

Der Ballon durchmass die ersten 6725 m, (von da an stieg er zunächst erheblich langsamer und schliesslich nur noch in Staffeln unter Ballastauswurf) in 26 Minuten und zwar mit ziemlich gleichmässiger Geschwindigkeit; dies ergiebt eine verticale Bewegung von 4,3 m p. Secunde. In dieser Zeit sank die Lufttemperatur von 26,1° auf —19,2°, also um 46,3° = 1° auf 148 m verticaler Erhebung. Die aspirirten Thermometer hatten also in je 34 Secunden einer Aenderung um je 1° nachzukommen. Nach den sehr genauen und eingehenden diesbezüglichen Untersuchungen[1]) brauchte das Aspirationspsychrometer, einer plötzlichen Temperaturerniederung um 16° C. ausgesetzt, ca. 2 Minuten Zeit, um dieselbe voll mitzumachen, wobei es in der ersten Minute bereits um 14,7° von den gesammten 15,7° fiel. Im vorliegenden Falle aber hatte das Instrument über 9 Minuten Zeit für eine Erniederung von 16°, wobei noch dieselbe nicht plötzlich

[1]) S. Abhandlungen des Kgl. preuss. Meteorolog. Instituts Bd. I Nr. 5, S. 191 ff.

war, wie bei den Versuchen, sondern sich successive auf die ganze Zwischenzeit vertheilte. Man wird also ruhig annehmen dürfen, dass ein eventuelles „Nachhinken" der Thermometer keinesfalls wenige Zehntel Grad übersteigen konnte. Auch kam es ja bei der ganzen Fahrt, wie aus obigem Artikel klar, ihrer Veranlassung nach vor allem auf die Feststellung der Temperatur in den grössten Höhen an; hier aber verweilte der Ballon mehr als $^3/_4$ Stunden unter den gewöhnlichen geringen, durch Ballastauswurf etc. bewirkten Höhenänderungen.

Dass aber auch nicht die Sicherheit der Ablesungen und ihrer Aufzeichnung seitens des Unterzeichneten etwa durch Ueberhäufung und Ueberhastung derselben beeinträchtigt gewesen, dafür sei angeführt, dass in den vorerwähnten 26 Minuten schnellen Aufsteigens bloss 5, in der ganzen ersten Stunde bis zur Erreichung der Maximalhöhe von 8320 m, bloss 13 Reihen von Ablesungen von Zeit, Druck, Temperatur, Feuchtigkeit etc. ausgeführt wurden. Eine solche Ablesungsreihe in der Zeit von durchschnittlich vollen 5 Minuten mit Zuverlässigkeit vorzunehmen und niederzuschreiben, mit jedesmaliger Nachcontrolle wegen event. grober Versehen etc.: diese Fähigkeit schreibt der Unterzeichnete allerdings sowohl sich selber, wie auch jedem Anderen nicht ganz ungeübten Fachgenossen ohne weiteres zu.

Schliesslich mussten wir an die Worte denken, die Schiller Wallenstein in den Mund legt:

„Ja, ja,
Hab' mir den Kaiser selber so verwöhnt!"
. . . .

als wir lasen, der hier aufgestiegene Ballon mit Dr. Süring hätte in Folge seiner Leuchtgasfüllung „nur" 6100 m Höhe erreicht. Ob man wohl vor den Berliner Ballonfahrten von 1893/98 von einer Ballonfahrt von „nur 6100 m Höhe", wenn auch vergleichend, gesprochen hätte? Wir stehen im Gegentheile nicht an, diese bei Leuchtgasfüllung und nur 1280 m³ Capacität des Ballons nie vorher erreichte Leistung von 6190 m Maximalhöhe (so viel ergab die genauere nachträgliche Ermittelung) sogar bei nur einem Korb-Insassen als eine sowohl für die Vorzüglichkeit des Materials als hervorragende Energie und Geschicklichkeit der Führung seitens des Herrn Dr. Süring sprechende zu bezeichnen. Dass aber für diesen Ballon Leuchtgasfüllung genommen wurde, lag daran, dass für diese Fahrt die Erreichung so bedeutender Höhen, wie sie zu den oben dargelegten Zwecken für die Auffahrt in England in Aussicht genommen waren, überhaupt nicht geplant war und übrigens wir hier Wasserstoff zu jener Zeit wegen der gleichzeitigen Manöver nicht hätten erhalten können.

Zum Schlusse müssen wir betonen, dass wir die vorstehende, etwas länger gewordene Darlegung durchaus nicht zum Zwecke einer Polemik

gegen den verehrten H. Berichterstatter der Ill. Aëron. Nachrichten veröffentlichen, von dessen loyaler und freundlicher Gesinnung gegen unseren Verein und dessen Arbeiten wir durchaus überzeugt sind. Wir wollten nur, da es sich um eine der höchsten wissenschaftlichen Luftfahrten, eine der höchsten Ballonfahrten überhaupt handelt, deren Resultate noch öfters die Fachkreise beschäftigen könnten und wohl auch werden, darlegen, dass dieselben nach Maassgabe der ganzen dabei angewendeten sorgfältigen Methoden und bei zahlenmässiger Berücksichtigung der einschlägigen Verhältnisse an Zuverlässigkeit gegen diejenigen irgend welcher anderer unter unseren eigenen oder anderswo stattgefundener Fahrten durchaus nicht zurückstehen.

Berson.

Kleinere Mittheilungen.

Die Grundlagen der Buttenstedt'schen Flugtheorie[1]. Das Jahrhundert des Dampfes geht zu Ende. Grosses hat der Menschengeist in einer verhältnissmässig kurzen Zeitspanne geschaffen und mit gerechtem Stolze darf er zurückblicken auf die Riesenarbeit, die er im Laufe weniger Jahrzehnte geleistet. Unserer Zeit war es vorbehalten, der Naturforschung neue Bahnen zu eröffnen, die es uns ermöglichten, Räthsel zu lösen, an denen Jahrtausende hindurch alle Bemühungen der nach Erkenntniss ringenden Menschheit gescheitert waren. All' die Errungenschaften der Technik, die unser modernes Leben erfüllen und es zum Theil bedingen, bedeuten eine Reihe stolzer Siege über Naturkräfte, vor denen der Mensch bisher in banger Furcht gezittert Und dennoch, trotz dieser schier an's Wunderbare grenzenden Erfolge, giebt es Gebiete der Technik, auf denen all' unser Ringen bisher erfolglos geblieben. Seit uralten Zeiten war es einer der sehnlichsten Wünsche des Menschengeschlechtes, dem Vogel gleich mit Windeseile den Luftocean durchfliegen zu können, ein Traum, dessen Verwirklichung, wie es scheint, auch unserem Jahrhundert nicht vorbehalten war. Die grossartigsten Schöpfungen der Ingenieurkunst verdanken wir dem dringenden Verlangen der Menschen nach schneller Fortbewegung von Ort zu Ort, und dennoch ist es uns bisher nicht möglich gewesen, jenen Vorgang schnellster Horizontalbewegung, den uns die Natur im Vogelflug täglich vor Augen führt, für uns nutzbringend zu verwerthen.

Es muss dies um so befremdlicher erscheinen, als schon seit einer langen Reihe von Jahren eine grosse Zahl von hervorragenden Vertretern der Wissenschaft und Praxis sich mit der Lösung jenes Problems beschäftigen und dürfte man wohl kaum weit fehlgehen, wenn man den Grund dieser merkwürdigen Thatsache darin sucht, dass trotz all' der vortrefflichen wissenschaftlichen Arbeiten auf fraglichem Gebiete eine genügend einfache und vor Allem anschauliche Darlegung der mechanischen Grundlagen des Vogelfluges bisher noch nicht gelungen

[1] Wir bringen auf Wunsch des Herrn Buttenstedt diesen Artikel aus dem „Polytechnischen Central-Blatt" zum Abdruck, weil, wie derselbe meint, „ein wissenschaftlicher Mechaniker hierin zum ersten Male die bisher vielfach als mystisch angesehene Spannungs-Dynamik Buttenstedt's aus dessen Flugtheorie herausgegriffen, und diesen mechanischen Process in eine kurze Formel und damit in ein wissenschaftlichmechanisches Verständniss gebracht hat."

Die Redaction.

war. Es war eine noch unausgefüllte Lücke vorhanden, es fehlte ein bestimmtes Etwas, das alle Zweifel, die bei den bisherigen Erklärungsversuchen auftauchten, beseitigte, eine klare, einfache Formel, die all' die complicirten Ercheinungen, mit denen wir es hier zu thnn haben, mit einem Schlage auf eine gemeinsame, anschauliche Grundlage zurückführte.

Wenn wir nun Umschau halten unter der neuesten Literatur auf flugtechnischem Gebiete, so begegnen wir da einige Arbeiten, bei deren aufmerksamer Lectüre sich wohl den meisten vorurtheilsfreien Lesern die Ueberzeugung aufdrängen dürfte, dass uns das scheidende Jahrhundert die vollkommene theoretische Lösung des Vogelflugproblems nicht schuldig geblieben und dass es dem nächsten Jahrhundert vorbehalten sein dürfte, jene Erkenntniss practisch zu verwerthen, d. h. das Problem des Menschenfluges constructiv zu lösen.

Die Schriften, von denen hier die Rede ist, sind Buttenstedt's Broschüren: „Das Flugprincip", „Das Fluggeheimniss des Luftmediums", „Mechanik, Luftschiffahrt, Zeit und Geld."

Herr Buttenstedt hat sich mit dem Auge eines unbefangenen, scharfsichtigen Naturbeobachters durch viele Jahre hindurch dem Studium des Vogelflugs gewidmet und die Resultate seiner Forschungen in den oben genannten Schriften niedergelegt.

Die mechanischen Grundgedanken, welche den Arbeiten des Herrn Buttenstedt zu Grunde liegen, in kurzen Worten zu erörtern sei der Zweck der folgenden Zeilen.

Die vollkommenste Form des Vogelfluges ist der zum grossen Theil mühelos und ohne Flügelschläge vor sich gehende Schwebeflug der grossen Raubvögel, wie überhaupt aller schnellen Flieger.

Zur Unterhaltung des Schwebefluges in horizontaler Richtung sind zwei Kräfte erforderlich, eine verticale nach aufwärts gerichtete Stützkraft, um dem Gewicht des Vogelkörpers das Gleichgewicht zu halten und eine horizontale Kraft, um die Fortbewegung mit constanter Geschwindigkeit zu ermöglichen.

Beide Kräfte werden geliefert von der jeweilig unter dem Vogel befindlichen Luftsäule, hervorgerufen durch die eigene Schwere des Vogelleibes, unter Vermittlung der elastischen gegen die Fortbewegungsrichtung schräg gestellten Flügelflächen.

Die verticale Stützkraft entsteht durch den sogenannten Trägheitswiderstand der Luftmassen; es ist dies jener Widerstand, welchen ein ruhendes Luftvolumen jeder plötzlichen Verschiebung entgegensetzt und der um so grösser wird, je rascher und kürzer die betreffende Einwirkung erfolgt. Die auf die Flügelflächen übertragene Stützkraft der darunter befindlichen Luftmengen wird also um so grösser, je kürzer die Zeit ist, während welcher der Vogel sich über ein und derselben Luftsäule befindet, das heisst, je schneller er sich in horizontaler Richtung fortbewegt.

Unter einer gewissen Geschwindigkeitsgrenze müssen Flügelschläge zu Hülfe genommen werden, um durch Luftcompression den Widerstand zu erhöhen; ist jedoch jene Grenze überschritten, dann genügt der durch die Schwerkraft geweckte Trägheitswiderstand, um den Vogelkörper zu tragen.

Doch nicht blos die verticale Stützkraft wird durch die Schwerkraft im Luftmedium geweckt, auch die zur Flugbewegung erforderliche Horizontalkraft, welcher die Aufgabe zufällt, die Bewegungshindernisse, in unserem Falle den Luftwiderstand, zu überwinden und die gleichförmige Horizontalgeschwindigkeit aufrecht zu erhalten, verdankt der Vogel seiner eigenen Schwere. Das zwischen den beiden Flügeln suspendirte Gewicht des Vogelkörpers erzeugt in den durch die Luftsäulen

gestützten Schwungfedern elastische Spannkraft, welche auf den Vogel einen bestimmten Reactionsdruck äussert, der in Folge der Schrägstellung der Flugflächen gegen die Horizontalebene eine ständige, den Vogelleib nach vorwärts schnellende Horizontalcomponente ergiebt. Die Verticalcomponente jenes Reactionsdruckes ist die früher besprochene verticale Stützkraft.

Da nun der so erzeugte horizontale Schwebeimpuls Arbeit zu leisten hat, so würde jener Spannungszustand bald wieder aufhören (nach erfolgter Entspannung) wenn er nicht durch die immer gleich bleibende Schwerkraft stets von neuem erzeugt würde.

Man kann sich diesen Vorgang, welchen Buttenstedt als stete Spannung und Entspannung des elastischen Flugmaterials bezeichnet, auch in der Weise zurechtlegen, dass man einzelne getrennte Spannungs- und Entspannungsperioden annimmt, die man sich immer näher an einander gerückt denkt, bis das Ganze in einen continuirlichen Process übergeht. Thatsächlich haben wir es ja mit einem stets gleich bleibenden Spannungszustand zu thun, der eine Kraft nach vorwärts liefert, welche Kraft wiederum stetig Arbeit leisten kann ohne vermindert zu werden, da das, was an Spannung verloren gehen würde, sofort durch die Schwerkraft wieder ersetzt wird.

In eine kurze Formel zusammengefasst, wäre der sich hier vollziehende mechanische Process zu charakterisiren als: „Energieumsetzung vermittelst eines elastischen Zwischengliedes.“

Da die Schwerkraft hierbei Arbeit zu leisten hat, so muss der Vogel, während er sich nach vorwärts bewegt, auch in der Richtung der Schwerkraft eine Wegstrecke zurücklegen, dass heisst, er muss um einen bestimmten Höhenbetrag herabsinken; die Energie der Lage nimmt ab, sie verwandelt sich zum Theil in Energie der Bewegung. Jene Höhenverluste, die im Verhältniss zu dem zurückgelegten Horizontalweg sehr gering sind, muss der Vogel von Zeit zu Zeit durch kleine Hülfskräfte — Flügelschläge, Steuerarbeit des Schwanzes — wieder einbringen. Der Schwebeflug ist also seinem Wesen nach nichts anderes, als ein sehr schnelles Herabgleiten auf einer schiefen Ebene mit äusserst geringem Gefälle, wobei die anfängliche Höhenlage in gewissen Intervallen durch geringe Hubkräfte wieder gewonnen werden muss.

Das Gesagte sollte keine erschöpfende Zusammenfassung der Buttenstedt'schen Theorien geben, es sollten blos die Grundgedanken seiner Lehre der uns geläufigen mechanischen Anschauungsweise etwas näher gebracht werden, um so das allgemeine Interesse in höherem Masse auf die genannten Werke hin zu lenken. Möchten sich doch recht viele Kräfte finden, welche den kühnen Forscher durch theoretische und praktische Mitarbeit unterstützen, um auf dem von ihm angedeuteten Wege uns der endlichen Lösung des für die Menschheit wichtigsten technischen Problems näher zu bringen.

Ingenieur Friedrich Wannieck-Brünn.

Das Schwierigste im mechanischen Fluge. Wie berichtet wird, haben mehrere französische Generäle bei dem Flug-Versuch des Ingenieurs Ader constatirt, dass sich der Erfinder mit seinem Flug-Apparat, welcher auf dem Erdboden mittelst Rädern sich gegen den Wind bewegte, von der Erde abhob, sodass die Räder sich von der Scholle lösten, dann aber der Erfinder die Maschine abstellte, und nun der ganze Apparat derart unsanft zu Boden kam, dass beide Schrauben und ein Flügel desselben brachen. Jede Schraube wurde von einer 20pferdigen Maschine getrieben, die Flügel hatten 16 m Spannweite, der Apparat wog 568 Pfund englisch, die Flügelform war, — nach der Zeichnung zu schliessen —, hohlförmig. —

Hohle Flügel haben beim offenen Flugwinkel selbstredend eine höhere Auftriebskraft, aber sie erfordern deshalb auch eine stärkere Triebkraft, denn geschenkt wird uns in der Flugmechanik auch nichts; — aber bei negativem Flugwinkel, beim Herabfliegen, hat die hohle Flug-Fläche eine erhöhte niederstrebende Kraft, weil der vordere Theil ihrer Flügelfläche vom Luftdruck von o b e n getroffen und n i e d e r g e d r ü c k t wird. So einleuchtend dies mechanisch auch ist, so wenig lässt man sich von der Gefährlichkeit dieser Flächenart überzeugen, weil eben die Rechnung ein besseres Tragfähigkeits-Resultat ergiebt. Die Misserfolge Ader's und Lilienthal's sind sicher auf das Conto der hohlen Fläche zu setzen.

Dennoch hat Ader das Schwierigste im Flug-Problem bereits gelöst, und zwar besteht dies darin, dass er sich mit seinem Apparat vom Erdboden überhaupt losgelöst hat, ja sei dies selbst auch nur auf wenige Secunden, denn das ist eine Leistung, die selbst einige der gewandtesten, grossen Vögel nicht zu Wege bringen.

Der Albatros ist nicht im Stande, von flacher Erde aufzufliegen; vom Schiffsdeck prügelt ihn kein Matrose herunter, — setzt man ihn auf den Schiffsrand, dann stürzt er sich abwärts in die Flügel und schwebt davon.

Kondore, welche sich auf Aas in kleinen Gärten niederlassen, sind nicht im Stande aufzufliegen, wenn dieses Gärtchen umfriedigt ist, und einen langen — zum Auffliegen nöthigen — Anlauf hindert. Das freie Reich der Lüfte, sein herrliches Element, über sich, ist der Flug-Gewaltige doch gefangen in einem kleinen umfriedigten Raume.

Die Thurm-Schwalbe, der schnellste Flieger unter den Schwalben, die einst 62 geographische Meilen (wohl in der Stunde ?? d. R.) in Frankreich zurücklegte, ist an der Erde völlig hülflos, und sie muss verhungern, wenn sie nicht durch fremde Hülfe in die Luft gelangt.

Nicht der „fliegende Hund“, keine Fledermaus, ist im Stande, von der flachen Erde, wie Ingenieur Ader und vor ihm Maxim, es vollbracht hat, aufzufliegen.

Welche Bock-Sprünge muss ein Storch erst machen, um in Flug zu kommen?

Ist aber der Vogel thatsächlich erst von der Scholle los und hat Luft-Säule unter sich, dann ist ihm das Hochkommen nicht schwer. —

Ich möchte daher eindringlich darauf aufmerksam machen, dass das S c h w i e r i g s t e im Flug-Problem, der Nachahmung des Vogelflugs, bereits als gelöst zu betrachten ist, und zwar durch die Abhebung schon beträchtlicher Lasten von der Erdoberfläche seitens Maxim's und Ader's. Diese beiden Pioniere der Flugkunst haben bereits die sichere Bürgschaft der völligen Lösung des Flug-Problems geliefert, und die Culturstaaten haben allen Grund, Fonds zur weiteren Förderung der Flugfrage aufzuwenden,' denn wenn die Luftmasse durch horizontalen Druck auf eine Flugfläche, wie nachgewiesen, 568 engl. Pfund, und 4000 kg Gewicht vom Boden abhebt, dann trägt sie solche Lasten auch weiter. Das sind aber schon Lasten, die für die Post-, Militär- und Marine-Verwaltung, und für Handels- wie wissenschaftliche Zwecke Werth haben! —

Rüdersdorf-Berlin, den 9. Dezember 1898.

C a r l B u t t e n s t e d t.

•

Der „Strassb. Post“ vom 24. October 1898 entnehmen wir folgenden Bericht über **die internationale wissenschaftliche Ballonfahrt** am 8. October 1898 nach einem Vortrage des Hrn. Professor Dr. Hergesell im „Oberrheinischen Vereine für Luftschiffahrt“:

Schon früher waren Versuche angestellt worden, die Bergkette der Alpen im Ballon zu überschreiten, jedoch scheiterten diese Unternehmungen alle, da sie vom Alpenvorlande aus unternommen wurden und die Ballons, die nie mehr als 4000 Meter Höhe erreichten, mit den sie führenden Winden von der Gebirgskette

zurück geschlagen wurden. Anfangs dieses Jahres fasste der in der Luftschiffahrt in Gebirgsländern sehr erfahrene Luftschiffercapitain Spelterini den Plan, das schwierige Unternehmen wiederum, diesmal aber unter Ergreifung ganz besonderer Massnahmen, zu versuchen. Seine Absicht erhielt eine bedeutende Unterstützung, als der weit bekannte Geologe Professor Dr. Heim in Zürich die Absicht kundthat, sich an der Auffahrt zu betheiligen und hierdurch bewirkte, dass die zu unternehmende Fahrt, die ursprünglich nur sportlichen Zwecken dienen sollte, einen vollständig wissenschaftlichen Charakter erhielt. Heim und Spelterini kamen zum Zwecke besonderer Information im März dieses Jahres nach Strassburg, um an der hier grade tagenden Conferenz der internationalen aëronatischen Commission theilzunehmen. In Strassburg wurde beschlossen, die meteorologische Ausrüstung des grossen, neu zu erbauenden Ballons vollständig den Beschlüssen der Conferenz gemäss zu gestalten und einen erfahrenen Meteorologen zur Ausführung der meteorologischen Beobachtungen mitzunehmen. Das eidgenössische meteorologische Institut zu Zürich übernahm es, unterstützt von dem Rat bewährter Fachmänner, unter anderen von Professor Wild, dem früheren Director des russischen Centralobservatoriums, die Anschaffung und Controle der Instrumente zu bewirken.

Für die internationale Commission wurde es unter diesen Umständen zur Pflicht, das so grossartig angelegte Unternehmen durch gleichzeitige wissenschaftliche Auffahrten von möglichst vielen Punkten Europas zu unterstützen. Bevor wir auf diesen internationalen Theil des Unternehmens eingehen, wird es gut sein, die Vorbereitungen für die schweizerische Auffahrt näher zu schildern. Man hatte beschlossen, den Aufstieg am Schlusse des Monats September zu unternehmen, da man zu dieser Zeit nach den Erfahrungen früherer Jahre eine Wetterlage erwarten durfte, die einen dauernden Südwestwind über den Alpenkamm mit sich brachte. Die Auffahrt sollte von Sitten (Sion) im Rhonethal stattfinden, da man von dort aus bei dem zu erwartenden Südwestwind am leichtesten über die Bergriesen des Berner Oberlandes zu kommen gedachte, im Falle Nichteintretens der gehofften Windrichtungen aber auf jeden Fall Aussicht hatte, wenn auch nicht die Berner Kette, so doch irgend ein anderes vergletschertes Gebiet im Norden oder Süden des Wallis zu überfliegen. In Sion, einem Städtchen von ungefähr 5000 Einwohnern konnte man überdies am leichtesten die für die Auffahrt unentbehrlichen Hilfsmittel, wie Arbeitskräfte, Wasser u. s. w., zur Verfügung gestellt halten.

Für das Unternehmen wurde ein vollständig neuer Ballon von grossartigen Dimensionen von der bekannten Ballonfirma M. G. Besançon in Paris in vollendeter Weise hergestellt. Der neue Ballon, der den Namen „Vega" erhielt, besass einen Durchmesser von 18,5 Meter und konnte 3300 Cubikmeter Gas aufnehmen. Die Hülle, die eine Oberfläche von 1066 Quadratmeter hatte, war aus reiner chinesischer Seide hergestellt, sie bestand aus 6400 Stücken; die Näthe, die dieselben zusammenhielten, hatten eine Länge von 4,4 Kilometer. Das Netz, aus 20000 Maschen bestehend, trug einen Fahrkorb von 1,7 Meter Länge und Breite und einer Höhe von 1,10 Meter. Das Gesammtgewicht des Ballons mit Instrumenten und Passagieren hatte die achtungswerthe Grösse von 1400 Kilogramm, der Auftrieb der Wasserstofffüllung stieg dagegen auf über 3000 Kilogramm, sodass der Ballon ein Gewicht von nutzbarem Ballast von über 1700 Kilogramm mitnehmen und demgemäss leicht eine Höhe von 8000 Meter erreichen konnte. Die Füllung des Ballons wurde, wie schon erwähnt, mit reinem Wasserstoff bewirkt. Der Gaserzeuger, der, normal functionirend, über 100 Cubikmeter in der Stunde liefern konnte, war von den bewährten Balloningenieuren Surcouf und Godard geliefert worden und stellte, was seine maschinelle Einrichtung betraf, ein Muster von Eleganz und technischer Ausführung dar.

Leider verhinderten verschiedene Umstände ein vollständig normales Functioniren des Apparates. Einmal versagte die Wasserleitung, ein anderes Mal wurden die Pumpen, die die Schwefelsäure den Eisenfeilspänen zuführten, undicht und erforderten zeitraubende Reparaturen, da die hierzu nothwendigen Materialien in Sitten nicht aufzutreiben waren. Zu guter letzt war es nicht möglich, die Füllung auch in der Nacht fortzusetzen, da hierfür die Arbeitskräfte mangelten. Alle diese Umstände brachten es mit sich, dass die Füllung des Riesenballons statt drei Tage, wie man gehofft hatte, eine ganze Woche in Anspruch nahm. Auf die Weise wurde kostbare Zeit verloren. Der Ballon, der schon an und für sich später, als man geglaubt hatte, in Sion zur Füllung eingetroffen war, konnte die schönen Septembertage, die ohne Unterbrechung bis zum 27. des genannten Monats angedauert hatten, nicht mehr benutzen. Noch während der Füllung trat am 28. September ein Wetterumschlag ein, der bei allen Theilnehmern die Befürchtung und Ahnung einer dauernden Periode schlechten Wetters hervorrief. Am Samstag, den 30. September, war der Ballon fahrbereit, sodass man im Nothfalle am nächsten Morgen, also am Sonntag, die Auffahrt unternehmen konnte.

Von Seiten der internationalen aëronautischen Commission waren unterdes alle Vorbereitungen getroffen worden, auf dass am Tage des schweizerischen Aufstiegs von möglichst vielen Punkten Europas gleichzeitige Ballonfahrten stattfinden konnten. Das internationale Unternehmen war dieses Mal mit besonderen Schwierigkeiten verknüpft, da der Tag und die Stunde der Abfahrt nicht wie bei den früheren Unternehmungen vorher genau bestimmt war, sondern die Zeit der internationalen Auffahrten sich nach der Ausführung des schweizerischen Unternehmens richten musste, dessen Ausführung von einer bestimmten Wetterlage abhängig gemacht wurde.

Unter diesen Umständen hatte der Präsident der internationalen Commission, Professor Dr. Hergesell, sich selbst nach Sitten begeben, um an den Vorbereitungen und Beratungen für die dort auszuführende Hochfahrt theilzunehmen und gegebenenfalls die internationalen Theilnehmer so schnell wie möglich von dem Entschluss, den Aufstieg zu unternehmen, benachrichtigen zu können. Die internationalen Ballonstationen waren am 27. September aufstiegsbereit und es ist wohl erklärlich, dass, als die Auffahrt sich bis zum 3. October hinauszog, eine gewisse Ungeduld bei den Theilnehmern Platz griff. Am Sonntag Abend gingen endlich nach Paris, München, Berlin Wien und Petersburg Telegramme ab, die anzeigten, dass die Auffahrt wahrscheinlich am Montag früh von statten gehen werde. Aber erst am Montag den 3. October um 8 Uhr morgens, als vom Säntis eine Depesche eingetroffen war, dass die Alpen grösstentheils klar seien, konnte Professor Hergesell die definitive Aufforderung an sämmtliche internationalen Stationen abschicken, dass die Auffahrt um 11 Uhr vormittags, dem Zeitpunkt wo die „Vega“ sich voraussichtlich erheben würde, stattzufinden habe. Jeder, dem bekannt ist, mit wieviel Schwierigkeiten und Reibungen die Vorbereitungen eines bemannten oder unbemannten Ballonaufstieges verknüpft sind, wird es als eine höchst beachtungswerthe Leistung der internationalen aëronautischen Commission anerkennen, dass es überall gelungen ist, die vorgeschriebene Abfahrtszeit mit nur geringen Zeitdifferenzen einzuhalten, wiewohl die endgiltigen Depeschen erst drei Stunden vor dem Abfahrtstermin aufgegeben werden konnten.

An dem internationalen Unternehmen betheiligte sich das Meteorologische Observatorium zu Trappes bei Paris, dessen eifriger Director, Teisserenc de Bort, einen unbemannten Ballon mit Registrirapparaten emporsandte.

Ferner: München, Wien, Berlin und Petersburg durch je einen bemannten Ballon, während unbemannte Ballons, bestimmt grosse Höhen zu erreichen, ausserdem noch in Petersburg und Sitten emporsteigen sollten. In Sitten befand sich

der 400 Cubikmeter fassende Registrirballon „Langenburg" des Strassburger Meteorologischen Instituts, der mit der Absicht, die meteorologischen Verhältnisse über den Alpen in noch höheren Schichten, als die „Vega" voraussichtlich erreichen konnte, zu erforschen, von Professor Hergesell nach Sitten transportirt war. Der urprüngliche Plan, den Registrirballon vor der „Vega" aufsteigen zu lassen, damit er derselben die in verschiedenen Höhen herrschenden Windrichtungen und damit die Wege weisen sollte, musste leider aufgegeben werden, da wegen eventuellen Mangels an Wasserstoff — man musste stets darauf bedacht sein, bei längerem Abwarten zum Nachfüllen der „Vega" Gas bereit zu halten — die Füllung des kleinen Ballons erst an dem Tage, wo die Auffahrt stattfinden sollte, vorgenommen werden konnte. Zudem ereignete sich am Auffahrtstage selbst wieder ein Unfall, der die Pumpe des Gaserzeugers ausser Function setzte und zu dreistündiger Unterbrechung der Füllung zwang. Erst nach Abfahrt der „Vega" konnte dieselbe ortgesetzt werden. Um 3 Uhr war der Ballon, der leider etwas Gas verlor, noch nicht halb voll, als der Maschinist die Meldung brachte, dass keine brauchbare Schwefelsäure mehr vorhanden sei. Professor Hergesell beschloss unter diesen Umständen, den nur halbgefüllten Ballon mit Apparaten emporzusenden, ein Beschluss, der in gewisser Beziehung ein Wagniss zu nennen war, als ein heraufziehendes Gewitter mit starkem Wind die Abfahrtmanöver sehr erschwerte, aber anderseits nothwendig war, wenn überhaupt etwas erreicht werden sollte. Der halbgefüllte schlappe Ballon, der an einem 30 Meter langen Seil am Erdboden befestigt war, wurde durch den Sturm wie ein Segel umhergeschleudert und verlor bei diesen beständigen Schwankungen von der ohnehin mangelhaften Füllung noch einen beträchlichen Antheil. Wenn eine noch nennenswerthe Höhe erreicht werden solle, musste die Abfahrt soviel wie möglich beschleunigt werden. In grösster Eile wurde der Korb mit Instrumenten befestigt. Der während eines starken Windstosses in Freiheit gesetzte Ballon stürmte mit dem Ballastsack gegen den hohen Zaun, der den Abfahrtsplatz umgab, wodurch derselbe abriss, streifte mit dem Instrumentenkorb durch eine in grösserem Abstand befindliche Platanenallee und stieg dann rapid in die Höhe. Der Ballon, der während der Abfahrt die Gestalt eines ausgebreiteten Pilzes besessen hatte, füllte sich mit zunehmender Höhe durch die Ausdehnung des Gases und verschwand als vollkommene Kugel nach ungefähr 10 Minuten in dem Wolkenmeer. Die Vorfälle bei der Abfahrt haben leider verhindert, dass derselbe die ihm zugeschriebene Aufgabe völlig erfüllt hat. Die Federn des Thermographen wurden durch den Choc an den Platanenwipfeln verbogen, sodass sie ihre Curve nicht schreiben konnten. Allein der Barograph functionirte. Nach den Angaben desselben erreichte der Ballon trotz seines mangelhaften Zustandes eine Höhe von 11000 Meter. Derselbe landete in der Nähe von Morges am Genfer See um 6 Uhr abends. Er machte hierdurch wenigstens theilweise wieder gut, was er bei der Abfahrt gesündigt hatte. Professor Hergesell hatte sich noch am Abend des 3. Octobers, einer liebenswürdigen Einladung von Professor F. A. Forel folgend, nach Morges begeben, um dort telegraphische Nachrichten über den Verbleib seines Registrirballons zu erwarten. Der Ballon war ihm vorausgeeilt, oder besser hatte ihm den Weg gewiesen, ein seltenes Beispiel von Anhänglichkeit eines führerlosen „Ballon perdu".

Zum Schluss sollen noch kurz die meteorologischen Ergebnisse der verschiedenen Ballonfahrten besprochen werden, soweit die bis jetzt eingelaufenen Nachrichten diese gestatten. Die „Vega" legte ihren 282 Kilometer langen Weg fast genau gradlinig nach Nordwest in 6 Stunden 85 Minuten zurück. Die grösste erreichte Höhe betrug 6300 Meter, die Minimaltemperatur —22 Grad. Die Höhe, bei welcher die Temperatur 0 Grad gefunden (die sogenannte 0 Iso-

therme), betrug 8300 Meter. Der Münchener Ballon erreichte bei ebenfalls nordwestlicher Flugrichtung eine Höhe von 4700 Meter bei — 7,6 Grad Celsius. Die Nullisotherme wurde in einer Höhe von 3700 Meter gefunden. Der Berliner Ballon, der von allen Ballons unter Bersons gewandter Führung am höchsten stieg, erreichte 7400 Meter Höhe mit — 22 Grad. Er beschrieb als Fahrkreis einen kleinen nach Nordwest offenen Halbkreis und landete in der Nähe von Burg bei Magdeburg. Er fand die Temperatur von 0 Grad in 3780 Metern. Der Petersburger Ballon stieg auf eine Maximalhöhe von 8400 Meter und fand hier bereits eine Temperatur von — 9 Grad. Seine Flugrichtung war der des Sittener Ballons grade entgegengesetzt; er landete 150 Kilometer südöstlich von Petersburg. Die Null-Isotherme lag bei Petersburg wieder wesentlich tiefer, wahrscheinlich in einer Höhe von 1200 bis 1500 Meter. Der Pariser Ballon gewann eine Höhe von 10000 Meter und die Temperatur von — 39 Grad. Ueber die Lage der Null-Temperatur ist noch nichts bekannt. Die Flugrichtung war, wie die des schweizerischen Ballons, nordwestlich. Betrachten wir, um diese Thatsachen zu erklären, die Wetterkarte des 8. October. Nach dieser erstreckte sich ein Hochdruckgebiet zungenförmig von England nach Wien. Der Druck nahm sowohl nach Nordosten wie nach Südwesten gleichmässig ab, so dass die Achse höchsten Drucks durch Berlin ging. Ueber Petersburg und südlich der Alpen lagen Depressionen oder Luftdruckminima. Es unterliegt keinem Zweifel, dass die nördlichen und südlichen Ballonstationen, also in dem Falle Petersburg und Sitten, unter dem Einfluss dieser über dem Nordosten und Südwesten des Continents lagernden Minima standen. Diese Luftdruckgebilde saugten diesseits und jenseits des Hochdruckrückens die Luft aus entgegengesetzten Richtungen an und bewirkten auf diese Weise die entgegengesetzten Fahrrichtungen der nördlichen und südlichen Ballons. Der Berliner Ballon stieg mitten im Hochdruck auf und hatte infolge dessen eine unbestimmte Fahrtrichtung und geringe Geschwindigkeit. Betrachten wir nunmehr die Temperaturschichtung in Verbindung mit der Druckvertheilung, so finden wir, dass die Nullisotherme um so höher steigt, je mehr wir uns von Südwesten her der Achse des Hochdrucks nähern, dass dieselbe nach Ueberschreiten der Achse nach Nordosten hin umso ernergischer wieder niedersteigt. Dieses Ansteigen und Abfallen erweist, dass die Luftsäule im Hochdruck im Mittel eine weit höhere Temperatur hatte, als die Luftsäulen, die südwestlich und nordöstlich desselben lagen. Sowohl die Luft über den Alpen als über St. Petersburg und Umgebung war bedeutend kälter als über Mitteldeutschland, wo der Druck am höchsten lag. Wie die Minimaltemperatur des Berliner Ballons erweist, ging dieser Unterschied bis den zu höchsten Höhen. Hängt nun diese Abkühlung der Luftmassen mit ihrer geographischen Lage zusammen, sodass man beispielsweise annehmen muss, dass die Schneemassen der Alpen die Luft darüber abgekühlt haben? So annehmbar diese Erklärung auch auf den ersten Blick erscheint, so sprechen doch verschiedene Gründe dagegen. Ohne uns auf nähere Erklärungen einzulassen, die an anderer Stelle zu geben sind, wollen wir hier hervorheben, dass die geschilderten Temperaturunterschiede durch die Druckverhältnisse allein zustande gebracht worden sind. Die zahlreichen Beobachtungsreihen der verschiedenen Ballons werden es sicher erweisen — schon die paar Zeilen, die wir geben können, thun es für den Kenner —, dass Hochdruckgebiete hochtemperirte Luftsäulen enthalten, während die Luftkörper der Depressionen verhältnissmassig kalt sind. Die Thatsache, dass die Ballonfahrten des 8. October das gleichzeitige Studium verschiedener Wettergebilde, eines Hochdruckgebiets und zweierlei Luftwirbel, ermöglichen, ist für die Beurtheilung der Wichtigkeit dieser Fahrt von hoher Bedeutung. Sie allein giebt Gewähr, dass die internationale Fahrt am 8. October zu den gelungensten, die je angestellt wurden, gezählt werden wird.

Aber noch eines hat das Experiment von 3. October erwiesen: Die internationale aëronautische Commission wird in Zukunft die wichtige Aufgabe in Angriff nehmen können, bestimmte Wetterlagen durch Ballonfahrten zu erforschen. Bisher war es nur möglich gewesen, internationale Auffahrten an vorher genau ausgemachten Zeitpunkten zu veranstalten. Die Wetterlage, die dabei studirt wurde, war dem Zufall anheimgegeben. Die Fahrten des 3. October haben den Beweis erbracht, dass es möglich ist, einen internationalen Ballonaufstieg auch so zu veranstalten, dass gewartet wird, bis eine interessante zur Erforschung geeignete Wetterlage eintritt, wiewohl der Tag des Auftretens der gewünschten Druckvertheilung vorher nicht bekannt ist. Die Telegramme von Sitten haben gezeigt, dass eine rechtzeitige Benachrichtigung aller Theilnehmer möglich ist, wenn die Vorbereitungen richtig getroffen sind."

Entgegnung. Herrn Dienstbach möchte ich auf seine Erklärung in Heft 9/10 1898 Folgendes erklärend erwidern:

> Herr D. sagt: „Das ewige Schwärmen von der wunderbaren Wirkung der Schwere beim Flug, kommt mir genau so vor, als ob man an der Dampfmaschine am meisten den Treibriemen bewundern würde. Man brauchte denselben nur noch elastisch zu machen und dann seine unermüdliche Triebkraft aus seiner Spannung zu erklären, so wäre das genaue Gegenstück zu Buttenstedt's Theorie geliefert. Elastische Spannung zeigt ja wohl, dass eine treibende Kraft wirksam ist, ruft dieselbe aber doch nicht hervor.

Es freut mich, dass Herr D. einen solch geeigneten Vergleich mit meiner Spannungs-Mechanik herausgefunden hat, an dem sich bequem, und vielleicht allgemein fasslich, Erklärungen geben lassen. Ich erwidere ihm, dass ein Körper, der in der freien Luft keine Schwere besitzt, wie etwa ein ausbalancirter Ballon, auch keinerlei Bewegungs-Impulse besitzt, und auf etwaige Flügel gar keinen Druck ausüben könnte; die geringste Schwere giebt ihm aber schon einen geringen Bewegungs-Impuls, verleiht ihm Fallkraft, der Körper leistet also im Sinne der Mechanik eine Arbeit, d. h. Fall-Arbeit. Diese Fall-Arbeit ist um so grösser, je schwerer der Körper bei denkbar geringstem Volumen ist, weil er dann auf seinem Wege den geringsten Luftwiderstand zu überwinden hat. Dies gilt aber nicht nur für die senkrechte, also die Fall-Bewegung, sondern auch für die horizontale, also die Flug-Bewegung. Wollte man aber einen Körper, der in der Luft keine Schwere besitzt, horizontal bewegen, d. h. schlechthin gesagt, in Flug bringen, so müsste man jede Bewegung desselben durch eine künstliche Kraft, die ausserhalb des Körpers liegt, Maschinenkraft, aufbringen. Ganz anders aber ist es, wenn der zu bewegende Körper Schwere in der Luft besitzt, mithin innerhalb desselben eine Kraft der Bewegung herrscht, denn wenn die Wirkung dieser Kraft auch nach dem Mittelpunkt der Erde zu, also senkrecht gerichtet ist so ist das zunächst gleichgültig, denn wir haben doch hier eine selbstthätige Kraft vor uns, und dieser Kraft können wir nun, wie ein Vogel durch seine Fallschirm-Flügel eine seitliche Fall-Richtung geben, und ihn zwingen, sein ganzes Gewicht in seitliche, nicht senkrechte Fall-Bewegung bis zu einer gewissen Grenze umzusetzen. — Ob diese Grenze nun weit oder nicht weit reicht, ist auch gleichgültig, — die Hauptsache ist, dass sich ein schwerer Körper in freier Luft motorisch ohne fremde maschinelle Hülfe, bis zu gewissen Grenzen in seitlicher Richtung transportiren lässt, während ein Körper, der keine Schwere besitzt, dies nicht zulässt. Gesetzt nun, wir lassen eine Kugel aus Gold, eine aus Messing und eine aus Holz, aus gleicher Höhe, und von gleichem Gewicht, herunterfallen, so legt die Goldkugel den Weg am schnellsten zurück, weil sie von den drei Kugeln das geringste Volumen, mithin den geringsten Luftwiderstand zu überwinden hat.

Ein ähnliches Resultat erhalten wir auch, wenn wir allen drei Kugeln gleiche Fallschirmflächen geben, die ähnlich den Vogelflügeln sind, und sie dann von derselben Höhe fallen lassen; dann fallen sie nicht senkreht, sondern sämmtlich schräge zur Erde, und die Goldkugel legt den weitesten Weg zurück, weil ihr Stirnwiderstand am geringsten ist; — aus diesem Grunde sind die schwersten Vögel bei geringstem Querschnitt die besten Flieger, — und aus diesem Grunde ist die Schwerkraft, die wichtigste Bedingung zum Fluge. —

Nun vergleicht Herr D. die Elasticität eines Treibriemens mit der Elasticität in den Vogelflügeln und sagt:

„Elastische Spannung zeigt ja wohl, dass eine treibende Kraft wirksam ist, ruft dieselbe aber doch nicht hervor.“

Bei der Dampfmaschine wird die elastische Spannkraft eines Treibriemens durch die Dampfkraft hervorgerufen, die Spannung der Dampfkraft hat sich nur in elastische Spannkraft des Treibriemen-Materials umgesetzt, und beim Vogelflügel wird die elastische Spannkraft durch die Schwerkraft des Thieres, welche auf die Fallschirmflügel drückt, erzeugt; — es ist auch hier nur ein Kraft-Umsatz mit Hülfe der Elasticität. Ein ohne Flügelschläge schwebender Vogel hat daher in seinen Flügeln nur so viel Spannkraft, als seine Schwerkraft ausmacht, schlägt das Thier jedoch mit den Flügeln, dann ist die Spannkraft in denselben um soviel höher bewerthet, als aktive Flügelarbeit dazu aufgebracht ist. Wenn aber die Spannkraft in den Vogelflügeln nichts weiter zu besagen hätte, als diejenige in der Fläche eines Fallschirmes, also eine Spannung nach oben, dann hätte dass für den Flug wenig Werth, das flugmechanisch Lösende liegt vielmehr darin, dass in den Flügelspitzen eine horizontale Spannkraft entsteht, und dadurch aus den Flugorganen ein elastisch gespannter Treibriemen gemacht wird, der den Vogelleib stets nach vorn zieht. — Die Schwerkraft aber ist es, die diesen Treibriemen bei einem schwebenden Vogel in Spannung versetzt und, was das Wunderbare, Grossartige und mechanisch Effectvolle für den Luftverkehr der Zukunft sein wird, während der ganzen Flugdauer in derselben Spannkraft und horizontalen Arbeitsfähigkeit auch erhält! Welche Kohlenmenge muss bei einer Dampfmaschine taglang verheizt und in Dampfkraft umgesetzt werden, um den Treibriemen in elastischer Spannkraft und damit in Wirkung zu erhalten? und wie leicht bringt die Schwerkraft eines Albatros es fertig, dieselbe Wirkung in seinen Flügeln zu erhalten? — Diese Consequenzen sich mechanisch bedeutungsvoll für den Lufttransport auszudenken, überlasse ich denen, die dieses „mechanische Princip des Fluges“ erfasst haben. —

Herr D. sagt nun:

„Wenn das Buttenstedt'sche Flug-Princip weiter nichts besagt, als dass die Flugarbeit hauptsächlich in der Ueberwindung von Stirnwiderstand besteht, so ist ja kein Grund vorhanden, dasselbe in der Theorie zu bestreiten!“

Hierzu muss ich ergänzend hervorheben, nicht nur das besagt mein Princip, dass es bei Lösung des Flug-Problems meist nur auf Ueberwindung des Stirnwiderstandes ankomme, sondern auch das — und das ist das kraftökonomisch Wichtigste — dass dieser Stirnwiderstand zugleich zum grössten Theile selbstthätig, durch die in Horizontal-Spannkraft umgesetzte Schwerkraft, überwunden wird. — Ohne die Schwerkraft des Vogels würde aber gar keine elastische Spannkraft in den Flügeln vorhanden sein, wie denn auch Flügel, die an einem ausbalancirten Ballon angebracht sind, ganz schlaff herunterhängen, weil sie eben keine Last zu tragen haben, — vielmehr noch eine Last für den Ballon bilden. —

Ich möchte hierbei nochmals des vom Hauptmann d. R. Halla, im Schwebefluge getödteten Adlers erwähnen, der, durch das Rückgrat geschossen, zusammenknickte, in Höhe von 20 mtrn. jedoch die Flügel willenlos im Krampfe des Todes wieder aus-

streckte, und nun als tote Flugmasse, bei horizontaler Schwingen-Lage, noch 500 Schritte weit, ohne jede Flügelbewegung, schwebte, wo er mit ausgebreiteten Schwingen auf der Erde liegend, sofort tot aufgefunden wurde. Der Vogel war also tot, noch ehe er die Erde berührt hatte. Ein besseres Schwebe-Modell nach meinem Principe könnte ich mir also nicht wünschen.

Trägt man sich diese Schwebebahn auf Papier, so liegt sie 85 Grad von der Fall-Linie entfernt, — es fehlen also nur noch 5 Grad an einem rechten Winkel, also am völligen Horizontal-Fluge. —

Wo ist also nun plötzlich dieser Schwebe-Impuls hergekommen, da das tote Thier nach dem Schusse, senkrecht fallend, sich überschlagen hatte? Bei horizontaler Schwebelage des Vogels muss doch hier eine stete ziehende, treibende Kraft in Wirksamkeit getreten sein, die den Vogelkörper unablässig vorwärts gezogen hat? —

Da wir es hier mit einer völlig toten, willenlosen Flug-Last zu thun haben, welche durch ihren senkrechten Druck, eine elastische Spannkraft in den Flügeln erzeugte, so haben wir in diesen Flügeln nichts weiter vor uns, als die reine Schwerkraft-Spannung, und diese genügte, um wie ein nach vornwirkender elastisch gespannter Treibriemen, die Vogellast 85 Grad vom senkrechten Fallwege abzuziehen, und sie von 20 metr. Höhe 500 Schritte weit zu transportiren.

Wenn der Adler 6 kg wog, so gehörte zu diesem Transporte des toten Vogels eine beinahe 6 cbm grosse Wasserstoffgas-Kraft, welche mit geringer Ueberlastung im Sinken begriffen wäre, und eine Windkraft von der Stärke, dass er diesen Wasserstoffgas-Körper in derselben Zeit des Schwebefluges des Vogels, nach dem Landungspunkte getrieben hätte. Diese Tragkraft des Gases, und diese Triebkraft des Windes leistete also bei dem toten Vogel die Kraft, die ich „das Flug-Princip“ nenne. Wenn mir aber Jemand eine andre fassliche mechanische Erklärung des Schwebe-Räthsels geben kann, so lasse ich mich sehr gern belehren. —

Auf die Bemerkung des Herrn Dienstbach:

„Nun ist es schwer einzusehen, inwiefern Lilienthal, Langley oder Maxim anderer Ansicht gewesen sind,—...“

erwidere ich, dass ich die Lilienthal'schen Ergebnisse und Auffassungen in meinem Werke: „Das Flug-Princip“, und in dieser Zeitschrift eingehend zu widerlegen bemüht gewesen bin. Die Ansichten Langley's und Maxim's weichen dagegen insofern von meinem Principe ab, als beide Forscher die Fluglast ihrer Apparate, durch künstliche, maschinelle Kraft forttreiben wollen; — ich will dagegen, dass die Fluglast durch geeignete Flugflächen-Construction in horizontalwirkende Spannkraft umgesetzt und zum Fluge über Berg und Thal schon durch geringe Maschinenkraft gezwungen, und willkürlich dauernd im Fluge erhalten wird. —

Die beiden Pioniere Langley und Maxim gleichen in ihren Ansichten über die Flugmechanik meiner Flug-Auffassung nur darin, als sie nicht verticale, sondern nur horizontale Arbeit für nöthig halten. Diese Wandlung in der Anschauung der Flugmechanik ist ja schon ein Fortschritt gegen früher, aber genügt noch nicht, uns von dem Irrthum zu befreien, dass nur eine äusserst leichte, aber dabei starke Maschine das Flug-Problem löse. Nach meinem Principe gehört nur wenig Kraft zum Fluge.

Nach den Schwebeleistungen des Halla'schen Adlers will also mein „mechanisches Princip des Fluges“ besagen:

dass $^{85}/_{90}$stel der zum Schweben einer Last nöthigen Arbeit selbstthätig von diesem Principe geleistet werden kann!“

Rüdersdorf-Berlin, den 23. Dezember 1898. Carl Buttenstedt.

Literarische Besprechungen.

L'Aéronautique par M. Banet-Rivet, Professor au Lycée Michelet; Paris, Henri-May, 9 et 11, rue Saint-Benoit.

Vorliegendes Buch im Gross-Quart-Format mit 276 Seiten bildet den 7. Band der „Bibliothéque des sciences et de l'industrie“.

Dieses Werk erinnert nicht allein seinem Umfange nach, sondern auch in der Art und Weise der Behandlung des angekündigten Stoffes an das Handbuch der Luftschiffahrt von Moedebeck aus dem Jahre 1886.

Es beginnt mit der alten Geschichte, wie der Mensch schon lange sehnsuchtsvoll dem Vogel gleich durch die Lüfte ziehen möchte. Leonardo da Vinci, u. s. w. Die Herren der Luftschiffahrt erscheinen auf dem Plane und ihr Loblied erinnert den Leser an die herrliche Fahrt durch die Lüfte.

1. Capitel. Der Freiballon. — Die Theorie der freien Fahrt. Siehe Moedebeck.

2. Capitel. Construction eines Aërostaten mit sehr vielen und sehr guten Bildern.

Im nächsten Capitel wird die Füllung des Ballons (Füllgas) sowie die Instrumente zur Freifahrt und für „Ballons-sondes“ besprochen.

Jetzt folgt der Abschnitt „Der Ballon in der Luft“. Die normale Freifahrt — sehr richtig und verständlich geschildert, sowie an einige Beispiele erläutert (Zénith am 23./3. 1875).

Auch die Hochfahrt des Herrn A. Berson — Bild auf Seite 113 — vom 4./12. 1894 wird besprochen.

Als guter Franzose bespricht der Verfasser alle Gegenstände natürlich nur von seinem Standpunkte und nur die gefirnissten Ballons, die ihre Landung immer mit Anker bewerkstelligen.

Im Capitel 5 werden die Naturerscheinungen in Wort und Bild vorgeführt, welche einem Ballonfahrer zu Gesichte kommen. Es ist dies zweifellos der bestgeschriebene Theil des Buches.

Im Capitel 6 erzählt der Verfasser über die Lenkbarmachung des Ballons; speciell von Andrée's Versuch mit Hilfe von Segeln und Schleppleine die Fahrtrüstung corrigiren zu wollen.

Der folgende Abschnitt handelt vom eigentlichen lenkbaren Luftschiff. Tissandier, Renard und Krebs.

Dann kommt ein langes Capitel über die Gesetze des Fliegens, ferner eine Abhandlung über die Segler der Lüfte.

Das vorletzte Capitel des Buches spricht von den wissenschaftlichen Ballonfahrten.

Das Schluss-Capitel (11) ist der Militär-Aëronautik gewidmet — allerdings nur der französischen. Vorerst ein geschichtlicher Ueberblick macht den Lesern bekannt mit der 1. und 2. Compagnie Aërostaten, welche 1800 wieder aufgelöst wurden.

Interessant ist die Zeichnung des Ventiles von Renard, das zwar verschiedene Functionen versieht, aber nichts weniger als einfach genannt werden muss.

Es wird auch die ganze Ausrüstung der Ballon-captifs, die Dampfwinde, u. s. w. vorgeführt.

Dieses Capitel hätte besser wegbleiben können, oder wenn schon geschrieben, musste doch auch von der „fremden“ Luftschiffahrt die Rede sein; oder sollte wirklich der Drachenballon nur eine „vorübergehende Mode“ sein?

Die Erfahrungen der Russischen Kaisermanöver 1898 werden die Militärluftschiffer eines Besseren belehren!

Schluss. Kurz und gut. Sehr nüchtern, enthält derselbe keinerlei Spiegelfechtereien und übertriebene Hoffnungen. Vorläufig ist es nur der Ballon, der im Dienste der Meteorologen stehend den unvermesslichen Luftocean durchquert und vorzügliche Resultate aus diesen Luftreisen mitbringt. — Hinterstoisser.

W. de Fonvielle: Les Ballons-sondes. Deuxième édition. **Paris, Gauthier-Villars, Quai des Grands-Augustins 55.**

Das im Vorjahre gerade durch seinen Recensenten berühmt gewordene Buch „Les Ballons sondes“ hat nun bereits die zweite Auflage erlebt und wir wollen nichts weiter sagen, als dem Wunsche Ausdruck geben, es möge bald auch dieses Tausend vergriffen sein.

Der Text der zweiten Auflage ist im grossen Ganzen wenig geändert, doch sind noch einige Illustrationen und Richtigstellungen eingeschoben.

Im Verhältnisse zum Umfange des Buches nimmt die Strassburger Aëronauten-Conferenz den breitesten Raum ein. Die Sitzungsberichte sowie die Beschlüsse derselben werden vollinhaltlich wiedergegeben. Daran schliesst sich die Beschreibung und die Resultate der Simultan-Fahrt am 8. Juni 1898. — Hinterstoisser.

Die Flugmaschine des dynamischen Flug-Princips in ihrer Ausführung und Verwendung. Von **Eduard Mánfai.**

Die kleine Schrift legt, wie der Titel sagt, ein vom Verfasser ersonnenes Projekt dar, das als „eigentliche und endgiltige Lösung“ des Flugproblems bezeichnet wird.

Nach M. soll der Apparat im Stande sein langsam senkrecht in die Höhe zu steigen und danach zur horizontalen Bewegung überzugehen. Vernünftigerweise wird eine möglichste Herabsetzung des Maschinengewichts erstrebt und hofft der Autor bis auf ein Totalgewicht von 150 kg, einschliesslich Luftschiffer herabzukommen.

Den Beginn macht eine Besprechung verschiedener bereits vorgeschlagener Lösungen des Flugproblems. Die Beschaffung des Auftriebs kann nach drei Principien erfolgen, 1. das Trägheitsprincip, 2. das Reactionsprincip, 3. das vom Autor erfundene Transformirprincip.

Der Unterschied zwischen Trägheits- und Reactionsprincip ist nicht ganz klar, da Reaction doch nichts anderes ist, als eine Trägheitswirkung der Materie. Hier werden die Schlagräder mit verstellbaren Schaufeln und die Tragschraube subsumirt.

Das Transformirprincip besteht darin, dass gegeneinander gerichtete Luftströme unter eine Tragfläche geleitet werden, woselbst deren lebendige Kraft in Druck transformirt wird.

Zunächst werden Flügelrad und Tragschraube besprochen und als ungünstig bezeichnet. Dann geht der Autor zum Vogelflug über, der ihm besonders ökonomisch erscheint. Die Berechnungsweise des Arbeitsaufwandes scheint hier neu, aber doch nicht ganz einwandfrei.

Schliesslich behandelt der Autor sein Transformirprincip, dem aus praktischen und constructiven Gründen der Vorzug gegeben wird.

Der schräge Luftstoss wird berechnet nach der Formel:

$$P = Fv^2 . \sin^3\alpha . const$$

Aber diese Formel ist unrichtig und ergiebt für kleine α viel zu geringe Werthe von P. Auch durch eine mässige Modification der Constanten, wie der Autor es macht, wird das nicht corrigirt.

Dies würde nun den Werth der Berechnungen illusorisch machen, wenn nicht zufällig bei den in Betracht kommenden, auf der Stelle arbeitenden Luftförderwerken die gegenseitige Beeinflussung der Schaufeln den Effect soweit schwächte, dass die Druckwerthe sich jenen der Formel ziemlich nähern.

So wird der Arbeitsbedarf schliesslich doch zutreffend angegeben.

Günstig ist das Resultat nicht. Denn wenn auch der Autor durch Einführung besonderer Verbesserungen und höhere Beanspruchung des Materials eine wesent-

liche Erleichterung der Betriebsmaschinen in Aussicht stellt, so wird es doch sehr schwer, wenn nicht unmöglich sein, auf ein Gewicht von 1 kg per Pferd herabzukommen.

Das Buch giebt daher ein eher zu ungünstig gefärbtes Bild von dem Krafterforderniss und der Dimensionirung solcher Apparate. Auch kann man den Angaben über constructive Details, wobei nur weitergehende Andeutungen über den Bau der anzuwendenden Gebläse erwünscht wären, fast durchweg zustimmen.

Dagegen fehlt dem Autor in dem Theile von der Flugmaschinen-Praxis offenbar die Kenntniss wichtiger aërodynamischer Grundsätze. Dies zeigt sich insbesondere bei der Besprechung über den Einfluss verticaler Strömungen.

Wird einer solchen Strömung nicht entgegengearbeitet, bleibt vielmehr das im horizontalen Flug begriffene Luftschiff sich selbst überlassen, so nimmt es in kurzer Zeit die verticale Geschwindigkeit der Strömung an, und eine Wirkung der Strömung auf den Flugkörper findet dann nicht mehr statt. Letzterer geht alsdann mit der Strömungsgeschwindigkeit v auf- oder abwärts. Um in diesem Zustand die verticale Strecke s zurückzulegen, bedarf das Luftschiff der Zeit $\frac{s}{v}$. Soll aber die Gesammtstrecke H zurückgelegt werden, so ist der Zeitbedarf nicht $\frac{H}{v}$, sondern etwas grösser, weil das Luftschiff zu Beginn der Bewegung die Geschwindigkeit v nicht sofort annimmt.

Setzt man also $H = 200$m, $v = 1$ m, so wird $t_{200} > 200$ Sec. und nicht gleich 67 Sec., wie angegeben wird.

Der Einfluss verticaler Strömungen auf die Arbeitsleistung des Motors ist leicht anzugeben. Je nachdem steigende oder fallende Strömungen herrschen, wird Arbeit erspart oder zugesetzt. Die Grösse dieser Arbeit beträgt pro Secunde mindestens $\pm\, v\, G$, wo G das Gewicht des Luftschiffes bedeutet. Bei der Dimensionirung muss die Grenze der noch bekämpfbaren schädlichen Einflüsse festgesetzt und der Motor danach bemessen werden.

Die so wichtige Stabilitätsfrage ist höchst lückenhaft behandelt. Eine grössere Tragfläche kann nicht als „Ein Stützpunkt“ betrachtet werden; sie ist und bleibt eine Fläche, auf welcher sich bei grösseren horizontalen Fahrgeschwindigkeiten in Folge auftretender Drachenwirkungen das Luftdruckcentrum nicht unbeträchtlich verschieben kann, auch bei ganz ruhiger Luft. Dies hat höchst gefährliche, kippende Wirkungen zur Folge, wie der Unfall Lilienthals aufs traurigste dargethan hat. Hier mussten wohl die vorhandenen Versuchsergebnisse mit herangezogen werden.

Ueberhaupt scheinen fremde Erfahrungen zu wenig berücksichtigt. Es ist aber unmöglich, dass ein Einzelner für sich allein das Flugproblem löst. Gleichwohl erscheinen viele der maschinentechnischen und praktischen Gesichtspunkte der Schrift aller Beachtung werth. Das Buch gibt ein im Allgemeinen zutreffendes Bild von den Erfordernissen einer Flugmaschine und kann Interessenten empfohlen werden. v. Parseval.

„Ein lenkbarer Flugapparat“ von Dr. Constantin Danilewsky. Vortrag, gehalten in Section für Luftschiffahrt der X. Versammlung der Naturforscher und Aerzte zu Kiew, August 1898.

Dr. Danilewsky behandelt in einer kleinen, mit sehr gut gelungenen photographischen Aufnahmen ausgestatteten Brochüre seine Arbeiten und Versuche auf dem Gebiete der Lenkbarmachung des Luftschiffes. Die ganze Arbeit sowie die Versuche machen einen etwas naiven Eindruck und zeigen deutlich, wie wenig ernst auf diesem Gebiete in Russland gearbeitet wird. Von der Ueberzeugung aus-

gehend, dass Menschenkraft nicht ausreiche, um das eigene Gewicht zu heben, wird ein kleiner mit Wasserstoffgas gefüllter Ballon zu Hülfe genommen, ohne zu bedenken, dass hierdurch ein so grosser Luftwiderstand in den Kauf genommen werden muss, dass an eine Vorwärtsbewegung gegen einen nur mässigen Wind gar nicht gedacht werden kann. Der Erfinder ist allerdings auch recht bescheiden, er giebt ganz offen zu, dass der Apparat nur bei Windstille gebrauchsfähig sei, trotzdem kommt er zu dem Schlusse, dass mit diesem Apparate ein wesentlicher Schritt zur Lösung des grossen Problems des Fluges gethan sei, und meint, es wäre eine Sünde, wenn diese Erfindung Russland entgehen und mit einem ausländischen Stempel zurükkehren würde. Ich glaube vor dieser Gefahr ist Herr Danilewsky sicher, denn so sehr steckt dieses Problem in anderen Staaten nicht mehr in den Kinderschuhen.

Der Flugapparat besteht aus einem geschossähnlichen Ballon, an dessen Netzhemd eine Aluminum-Stange hängt. An dieser ist in einem Trapez ein Sitz für eine Person angebracht, welche mit Hülfe zweier Kniehebel 2 Flügel bewegen kann. Diese Flügel haben Stoffklappen, jalousieartig angeordnet, und sind verhältnissmässig sehr gross. Zahlreiche Versuche, welche photographisch illustrirt sind, ergeben eine Hubkraft von ca. 20 Pfd. und die Möglichkeit, den Ballon bei Windstille steuerfähig zu machen. Das Interessanteste an der kleinen Brochüre sind die sehr hübschen Photographien, und die naive Offenheit, mit der diese Versuche behandelt sind. Gr.

Vereinsnachrichten.

Wiener Flugtechnischer Verein.

Tages-Ordnung

der Vereins-Versammlung am Freitag, den 27. Januar 1899, 7 Uhr Abends:

1. Geschäftliche Mittheilungen.
2. Vortrag des Herrn **Dr. Hermann Ritter v. Schrötter**:

„**Ueber Höhenkrankheit.**

Verzeichniss der Mitglieder des Wiener Flugtechnischen Vereines unter dem Protectorate Sr. k. u. k. Hoheit des Herrn Erzherzog Carl nach dem Stande vom November 1898.

Obmann:
Friedrich Ritter von **Stach** (bis 1899).

I. Obmann-Stellvertreter:
Friedrich Ritter von **Loessl** (bis 1900).

II. Obmann-Stellvertreter:
Franz **Hinterstoisser** (bis 1900).

Ausschussmitglieder bis 1899:

Ferdinand **Gerstner**.
Dr. Gustav **Jäger**.
Wilhelm **Kress**, Bibliothekar.
Karl **Milla**, Schriftleiter.
Josef **Popper**.
Georg **Wellner**.

Ausschussmitglieder bis 1900:

Dr. Johann **Kosminski**.
Hermann Ritter von **Loessl**.
Hugo Ludwig **Nikel**, Cassaverwalter.
Anton **Schindler**,
Georg von **Schrimpf**.
Adolf Victor **Wähner**, Schriftführer.

Revisoren: Victor **Karmin**. Victor **Schurich**.

Stellvertreter: Otto **Schrott**.

Mitglieder:

Angeli, Robert, Edl. v., k. k. Staatsbeamter, W i e n, VI. Sandwirthgasse 16.
Angerer, Friedrich, Ingenieur der k. k. Staatsbahnen, W i e n, XIV. Prinz Carlgasse 5.
Babinski, Ernst, k. k. Postassistent, W i e n, XVIII. Währinger Gürtel 117.
Bernd, Max v., Chef der Firma Brevillier & Co., W i e n, I. Parkring 20.
Boltzmann, Ludw., Dr., k. k. Hofrath, o. ö. Univ.-Prof., kön. bair. Geh. R., wirkl. Mitgl. d. Akademie der Wissenschaften, W i e n, IX. Türkenstr. 3.
Central-Anstalt für Meteorologie u. Erdmagnetismus, k. k., W i e n, XIX. Hohe Warte.
Czvian, Georg, k. u. k. Major, W i e n, III. Salmgasse 5.
Eylardy, Ludwig, k. u. k. Oberlieutenant im Inf.-Rgt. Nr. 98, H o h e n m a u t h.
Festner, Rudolf, k. u. k. Oberlieutenant im Fest.-Art.-Rgt. Nr. 4, P o l a.
Forkardt, Josef, k. u. k. Hauptmann im Inf.-Rgt. Nr. 97, J o s e f s t a d t, Böhmen.
Freissler, Albert, Ingenieur und k. u. k. Hof-Maschinen-Fabrikant, W i e n, X. Erlachplatz 4.
Fröhlich, Hugo, k. u. k. Oberlieutenant im 1. Fest. Art.-Rgt., Luftschiffer-Abtheilung W i e n, X. k. u. k. Arsenal.
Gerstner, Ferdinand, Ingen. der k. k. österr. Staatsbahnen, W i e n, VII, Kaiserstr. 4.
Gölsdorf, Adolf, Maschinendirector der Südbahn, W i e n, Südbahnhof, IV. Favoritenstrasse 64.
Goldschmidt, Theod., Ritter v., k. k. Baurath, Gemeinderath der Stadt Wien, W i e n, I. Opernring 6.
Gostkowski, Roman, Frhr. v., Prof. d. techn. Hochschule, k. k. Generaldirectionsrath, L e m b e r g, Franziskanerplatz 5.
Grosskopf, Wilhelm, Gärtner, W i e n, Schönbrunn, k. k. Pflanzengarten.
Grünebaum, Franz, k. u. k. Hauptmann i. R., W i e n, I. Schottenring 4.
Gutmann, Max, Ritter v., Berg-Ingenieur und Gesellschafter der Firma Gebr. Gutmann, W i e n, I. Kantgasse 6.
Haueise, Eduard, k. u. k. Hauptmann im Inf.-Rgt. Nr. 60, I g l o, Ungarn.
Heinz, Franz, Assistent der bosn.-herz. Staatsbahn, S a r a j e w o, Theresiengasse 48.
Heller, Ernst, k. u. k. Lieuten. im Inf.-Rgt. Nr. 18, K ö n i g g r ä t z, Böhmen.
Herz v. **Hertenried**, Julius, Ritter v., Ingenieur u. techn. Beirath, W i e n, I. Stadiongasse 4.
Hinterstoisser, Franz, k. u. k. Oberlieut. des Eisenbahn- u. Telegraphen-Regiments, Commandant der Luftschiffer-Abtheilung, W i e n, X. k. u. k. Arsenal.
Hofinger, Josef, k. u. k. Oberlieutenant im 8. Pion.-Bat., T h e r e s i e n s t a d t, Böhmen.
Jäger, Gustav, Dr., Universitäts-Professor, W i e n, IX. Pelikangasse 18.
Jarolimek, Anton, k. k. Ober-Inspector der Tabak-Hauptfabrik, S e d l e t z bei Kuttenberg in Böhmen.
Jellinek, Victor, k. u. k. Lieuten. im Corps-Art. Reg. Nr. 12, H e r m a n n s t a d t.
Kadarz, Theodor, k. u. k. Oberst a. D., J u n g b u n z l a u, Böhmen.
Kaforka, Rudolf, k. u. k. Oberlieutenant im 2. Fest.-Art.-Rgt., K r a k a u.
Kallab, Otto, k. u. k. Oberlieutenant im Inf.-Rgt. Nr. 84, W i e n.
Karmin, Victor, Ingenieur u. Patentanwalt, W i e n, I. Stefansplatz 8.
Karos, Willibald, Ingenieur, G ä n s e r n d o r f, Nordbahnstation.
Kellner, Franz, k. u. k. Lieutenant im 2. Fest.-Art.-Bat., K a r l s b u r g.
Kestler, Ignaz, Dr., Gemeindearzt, F o r t - O p u s, Dalmatien.
Klimsch, Jos. Osc., Dr., Chemiker, W i e n, V. Schlossgasse 22.
Knoller, Richard, Ingenieur u. Constructeur der techn. Hochschule, W i e n, I. Hegelgasse 7.

Koch, Gustav, Mitinhaber eines Strassenreinigungs-Institutes, München, Mozartstrasse 3.
Korwin, Josef, Ritter v., k. u. k. Ober-Lieut. im 1. Feldjäger-Bat., Reichenberg.
Kosminski, Joh., Dr., k. u. k. Oberlieutenant, Lehrer a. d. Luftsch.-Abth., Wien, X. k. u. k. Arsenal.
Koziol, Friedrich, k. u. k. Lieutenant im 2. Fest.-Art.-Rgt., Krakau.
Kress, Wilhelm, Ingenieur, Wien, IV. Waaggasse 18.
Kronfuss, Carl, Optiker und Mechaniker, Wien, VII. Hermanngasse 32.

Loessl, Friedr., Ritter v., Ober-Ingenieur u. Realitätenbesitzer, Wien, I. Rathhausstrasse Nr. 2 (Aussee, „Villa Gentiana").
Loessl, Herm., Ritter v., Ingenieur der Kaiser Ferdinands-Nordbahn, Wien, XIX, Prinz Eugengasse 13.
Lorenz, Carl, Assistent der k. k. Staatsbahnen, Wien, XVIII. Cottagegasse 28.

Milla, Karl, Bürgerschullehrer, Wien, VI. Eszterhazygasse 12.
Moritz, Gottfried, Lederfabrikant, Wien, XIII./$_6$ Auhofstrasse 25.
Moser, Ludwig v., k. u. k. Oberlieutenant im Fest.-Art.-Rgt. Nr. 5, Cattaro.
Mossler, Josef, k. u. k. Oberlieutenant im 14. Pion.-Bat., Szegedin.

Nikel, Hugo Ludwig, k. u. k. techn. Assistent im militär-geograph. Institut, Wien, VIII. Landesgerichtsstrasse 7.

Pajer, Anton, Bildhauer, Wien, X. Leibnitzgasse 15.
Pakeny, Walther, k. u. k. Lieutenant im 5. Pion.-Bat., Wien, Luftschiffer-Abthl.
Paradeiser, Leo, k. u. k. Oberlieuten. im Eisenb.- u. Telegr.-Rgt., Korneuburg.
Pfungen, Otto, Baron **Steiner**, v., Ministerial-Vice-Secr. i. P., Wien, Bauernmarkt 8.
Platte, August, k. k. Generaldirections-Rath a. D., Wien, XVIII. Carl Ludwigstr. 28.
Popper, Josef, Ingenieur, Wien, VII. Seidengasse 31.

Rabel, Franz, Hausbesitzer, Wien, V. Kleine Neugasse 5.
Radinger, Joh., Edler v., k. k. Hofrath u. Professor der techn. Hochschule, Wien, IV. Favoritenstrasse 18.
Reich, Julius A., Chemiker, Glasfabrikant, Wien, II. Czerningasse 3.
Reinhold, Alfred, Ingenieur, Wien, I. Franz Josefs-Quai 1.
Ripper, Julius, k. u. k. Fregatten-Capitän, Wien, VIII. Laudongasse 43.
Rumpler, Eduard, Ingenieur, Wien, I. Gonzagagasse 15.

Schindler, Anton, k. u. k. Hauptmann u. Prof. d. techn. Militär-Akademie, Wien, VII. Kirchengasse 22.
Schorstein, Isidor L., Privatier, Wien, I. Schottenbastei 1.
Schrimpf, Georg v. **Schrimpfhof**, k. u. k. Oberlieutenant im Fest.-Art.-Rgt. Nr. 1, Luftschiffer-Abtheilung, Wien, X. k. u. k. Arsenal.
Schrodt, Rudolf v., k. u. k. Oberlieutenant im Fest.-Art.-Rgt. Nr. 3, Luftschiffer-Abtheilung, Wien.
Schrott, Otto, Official der Wiener Stadtbuchhaltung, Wien, VII. Schottenfeldgasse 81.
Schurich, Victor, Verlagsbuchhändler, Wien, 1. Kumpfgasse 7.
Schuster, Wenzel, Director d. Maschin.-Fabr.-Act.-Gesellsch. „Vulkan", Wien, XVII. Calvarienberggasse 17.
Schwarz. Stefan, k. k. Brennerei-Inspector bei d. Fin.-Bez.-Direction, Wien, III. Blattgasse 7.
Silberer, Victor (Stifter), Eigenthümer der „Sport-Zeitung", Wien, I. Annagasse 3 e.
Simonyi, Oscar, Dr., k. k. Hofrath, Universitäts-Professor, Wien, III. Salesianergasse 13.
Stach, Friedrich, Ritter v. (Gründer), k. k. Baurath, beh. aut. u. beeid. Civil-Ingenieur, Wien, IX. Währingerstrasse 3.

Stapf, Thomas, Ingenieur und Director der Ternitzer Eisen- und Stahlwerke, Ternitz, Niederösterreich.
Starcevic, Johann, k. u. k. Hauptmann im Fest.-Art.-Rgt. Nr. 1, Wien, IV. Victorgasse 25.
Suess, Adolf, Fabriksbesitzer, Witkowitz, Mähren.

Tepser, Gustav, Edler v., k. u. k. Lieutenant im Fest.-Art.-Rgt. Nr. 3, Przemysl.
Trieb, Josef, k. u. k. Hauptmann im 5. Pion.-Bat., Krems.

Wähner, Adolf Victor, Beamter des österr. Vereines für chem. u. metallurg. Production, Wien, I. Bräunerstr. 10.
Weiss, Eduard, k. u. k. Lieutenant im Divis.-Art.-Rgt. Nr. 4, Wien.
Wellner, Georg, k. k. Professor der techn. Hochschule, Brünn.
Wuich, Nicolaus, Ritter v., k. u. k. Generalmajor und Commandant d. techn. Militärfachcurse, Wien, IV. Schaumburgergasse 18.

Zigall, Julius, k. u. k. Hauptmann des Artillerie-Stabes im techn. Milit.-Com., Wien, IV. Plösslgasse 8.
Zisarsky, Naum, Banquier, Wien, IX. Peregringasse 1.
Zmölnig, Anton, k. u. k. Oberlieutenant im Fest.-Art.-Rgt. Nr. 1, Luftschiffer-Abtheilung, Wien, X. k. u. k. Arsenal.

Deutscher Verein zur Förderung der Luftschiffahrt zu Berlin.

Schluss-Verzeichniss

der vom Verein im Jahre 1898 mit seinen beiden Ballons „Sportpark I und II" veranstalteten Vereinsfahrten.

No.	Datum	Führer	Mitfahrende	Ort u. Zeit der Landung
27	3. Octbr. 10^{55} Vormittags	Hr. Berson. Internationale Wissenschaftl. Hochfahrt (gleichzeitig mit der Schweizer Fahrt der Herren Spelterini, Prof. Heim u. Genossen)	Hr. Dr. Süring Erreichte Höhe 7880 Meter	Pietzpuhl zwischen Burg u. Magdeburg, 5^{18} Nachmittags.
28	4. Octbr. 12^{0} Mittags	Hr. Lieutn Hahn	Hr. Gaedicke „ Dr. Placzek „ Dr. Salle	Jessen bei Wittenberg 3^{15} Nachmittags.
29	8. Octbr. 10^{0} Vormittags	Hr. Prem.-Ltn. Graf zu Solms-Sonnenwalde	Hr. Pr.-Ltn. Hoverbeck, gen. v. Schönaich Hr. Pr.-Ltn. v. Seydlitz II.	Köckte bei Demker, südlich Stendal, 4^{15} Nachmittags.

Der Fahrten-Ausschuss.

I. A.: **Otto Fiedler**-Steglitz, Fahrten-Schatzmeister.

Fahrten-Abschluss pro 1898.

Einnahmen.

9 Fahrten	à 75.— Mk.	No. 2, 5, 7, 9, 16, 18, 22, 25, 26	Mk.	675.—
6 „	à 85.— „	No. 1, 8, 11, 14, 19, 28 . .	„	510.—
1 „	à 112 50 „	No. 3	„	112.50
1 „	à 122.50 „	No. 4	„	122.50
2 „	à 150.— „	No. 17, 20	„	300.—
1 „	à 180.— „	No. 6	„	180.—

20 Vereinsfahrten mit 71 Mitfahrenden erbrachten zusammen	Mk 1900.—	oder pro Fahrt 95 Mk.
Beitrag Seitens des Sportparks zu diesen 20 Fahrten	„ 2000.—	„ „ „ 100 „
Beitrag Seitens der Gas-Anstalt als Ersatz der Gasmesser-Miethe	„ 200.—	„ „ „ 10 „
Beitrag Seitens der Vereins-Haupt-Casse von 180 Mitgliedern à 10 Mk.	„ 1800.—	„ „ „ 90 „
Für 20 Vereinsfahrten ergiebt sich eine Einnahme von	Mk. **5900.**—	oder pro Fahrt **295** Mk.
3 Extrafahrten No. 10, 21, 29 mit 9 Mitfahrenden erbrachten pro Fahrt 300 Mk. oder zusammen	Mk. 900.—	
Für 23 Fahrten ergiebt sich eine Einnahme von . .	Mk. **6800.**—	oder pro Fahrt **296** Mk.
1 vorbereitete Fahrt No. 15 konnte wegen Sturmes nicht ausgeführt werden und blieb daher ohne Einnahme.		
Für 24 Fahrten ergiebt sich eine Einnahme von . .	Mk. **6800.**—	oder pro Fahrt **283** Mk.

Ausgaben.

Für Arbeitslöhne wurden bezahlt zusammen	Mk. 1993.20	oder pro Fahrt 83.05 Mk.
„ Reparaturen etc. „ „ „	„ 377.45	„ „ „ 15.77 „
„ Gasmesser-Miethe wurde „ „	„ 213.25	„ „ „ 8.88 „
„ Gas zur Füllung „ „ „	„ 2905.10	„ „ „ 121.05 „
„ persönliche Auslagen wurden bezahlt zusammen	„ 278.95	„ „ „ 11.65 „
„ Flur-Schäden wurden bezahlt zusammen .	„ 38.80	„ „ „ 1.64 „
„ Bergen, Verladen, Transport zur Bahn wurden bezahlt zusammen	„ 372.40	„ „ „ 15.53 „
„ Bahnfracht, Transport von der Bahn wurden bezahlt zusammen	„ 298.25	„ „ „ 12.43 „
Für 24 Fahrten ergiebt sich eine Ausgabe von . .	Mk. **6477.40**	oder pro Fahrt **270** Mk.

Abrechnung.

Laut vorstehender Aufstellung betrugen die **Einnahmen** zusammen . .	Mk. 6800.—
„ „ „ „ „ **Ausgaben** „ . .	„ 6477.40
Der **Ueberschuss** von	Mk. 322 60

ist zum Ballon-Erneuerungs Fonds an die Vereins-Haupt-Casse abgeführt worden.

Ausser den vorbezeichneten 23 Fahrten wurden im Jahre 1898 Seitens unseres Vereins unter No. 12, 13, 23, 24, 27 noch 5 wissenschaftliche Ballon-Fahrten veranstaltet, welche eine Einnahme nicht erbrachten, während die Kosten für 2 dieser Fahrten Seitens der Vereins-Haupt-Casse und für die anderen 3 Fahrten aus dem besonderen, aus dem Allerhöchsten Dispositionsfonds herrührenden Fonds für wissenschaftliche Luftfahrten bestritten wurden. Dieselben sind in den nachfolgenden statistischen Aufstellungen n i c h t berücksichtigt.

In den 28 ausgeführten Fahrten sind unter No. 4, 11, 17, 20, 21 fünf Nachtfahrten enthalten, an welchen sich Herr von Siegsfeld als Führer 8 Mal, die Herren Berson und von Lekow als Führor je 1 Mal und die Herren Bergner, Fechner, Fiedler, Kübler, von der Lippe, Thyssen, Graf von Zeppelin je 1 Mal als Mitfahrende betheiligten.

Die Betheiligung unserer Mitglieder an den im Jahre 1898 ausgeführten 18 Tages- und 5 Nachtfahrten zusammengerechnet, gestaltet sich wie folgt:

2 Mitglieder (von Siegsfeld, Thyssen) betheiligten sich je 4 Mal.
3 „ (von Kehler, von Lekow, Souchon) betheiligten sich je 8 Mal.
10 „ (Berson, Fiedler, Gaedicke, Hahn, von Kleist, Lans, Manzi-Fé, von Natzmer, Wang, Graf von Zeppelin) betheiligten sich je 2 Mal.
43 „ (darunter Frau Prem.-Lieuten. Maercker) betheiligten sich je 1 Mal.

Im Ganzen betheiligten sich also an den im Jahre 1898 ausgeführten 28 Fahrten 58 Mitglieder zusammen 80 Mal, so dass sich, im Durchschnitt gerechnet, pro Fahrt 8,5 Mitfahrende ergeben.

Berlin, den 31. December 1898.

Der Fahrten-Schatzmeister.
Otto Fiedler-Steglitz.

Bestimmungen
über die Ausführung von Ballonfahrten
des Deutschen Vereines zur Förderung der Luftschiffahrt in Berlin.

1. Der genannte Verein beabsichtigt **im laufenden Jahre** mit seinen beiden Ballons **20 Vereinsfahrten** und zwar **Tages-** oder **Nachtfahrten** zu den unter 4) a und b festgesetzten Fahrtkostenbeiträgen und unter den nachstehenden Bedingungen auszuführen.

   Desgleichen ist der Verein — soweit es die Verhältnisse gestatten — auch bereit, auf Wunsch von Mitgliedern zwischen diesen 20 Vereinsfahrten oder nach Beendigung derselben **Extrafahrten** zu dem unter 4) c festgesetzten höheren Fahrtkostenbeitrage zu veranstalten.

   Die Theilnahme an allen diesen Ballonfahrten ist ausschliesslich den Mitgliedern des Deutschen Vereines zur Förderung der Luftschiffahrt in Berlin gestattet.

   Ausnahmen hiervon können nur auf einstimmigen Beschluss des Vorstandes und des Fahrten-Ausschusses stattfinden.

2. Der Zweck dieser Fahrten ist ein doppelter:
   a) ein sportlicher, welcher den besseren Gesellschaftklassen die Theilnahme an Luftballonfahrten unter den besten Bedingungen ermöglichen, aber auch zur Ausbildung selbstständiger Ballonführer dienen soll;
   b) ein wissenschaftlicher, welcher eine Vermehrung unserer Kenntnisse über die meteorologischen, physikalischen und allgemein naturwissenschaftlichen Eigenschaften und Erscheinungen der Atmosphäre bewirken soll.

3. Die Anzahl der Theilnehmer an einer Auffahrt soll ausser dem Ballonführer drei betragen. Hält der Ballonführer indess eine Verringerung derselben aus irgend einem Grunde, welcher die Sicherheit der Fahrt betrifft, für erforderlich, so hat, wenn eine Einigung nicht erfolgt, das Loos darüber zu entscheiden, wer von den Theilnehmern auszuschliessen ist. Solchergestalt Ausge-

schlossene erhalten einen Vorzugs-Anspruch auf die nächstfolgende regelmässige Ballonfahrt. Die übrigen an der Fahrt Theilnehmenden haben den in Folge des Ausschlusses entstehenden Ausfall in den unter 4) festgesetzten Fahrtkostenbeiträgen zu decken.

4. Die Fahrtkostenbeiträge, welche von den Theilnehmern **vor Antritt der Fahrt** an den Fahrten-Schatzmeister bezahlt werden müssen, betragen unter Zugrundelegung von 8 Theilnehmern an einer Auffahrt:
   a) für eine Tages-Fahrt mit beliebiger Aufstiegszeit pro Person 50 Mark
   b) „ „ Nacht-Fahrt „ „ „ „ „ 75 „
   c) „ „ Extra-Fahrt (Tages- oder Nachtfahrt), „ „ 100 „

5. **Vor jeder Auffahrt** ist dem Fahrten-Schatzmeister sowohl vom Ballonführer als auch von jedem der Theilnehmer der Nachweis über die erfolgte Bezahlung der Jahresbeiträge zu erbringen und es müssen zugleich auch diese Bestimmungen zum Zwecke der Anerkennung derselben von **allen Mitfahrenden** unterschrieben werden. **Eine Verweigerung der Unterschrift schliesst die Theilnahme an der Ballonfahrt grundsätzlich aus.**

6. Der Fahrten-Schatzmeister hat vor jeder Auffahrt dem Ballonführer zur Deckung seiner Auslagen einen Vorschuss von 100 Mark und ein Abrechnungs-Formular einzuhändigen, wogegen der Ballonführer verpflichtet ist, die Abrechnung über seine Ausgaben sowie den etwaigen Bestand des erhaltenen Vorschusses spätestens 8 Tage nach der Fahrt dem Fahrten-Schatzmeister abzuliefern.

7. Auswärtige sowie correspondirende Mitglieder und ausserdem solche hiesigen Mitglieder, welche im laufenden Jahre mehr als eine Fahrt ausführen, haben neben den unter 4) festgesetzten Fahrtkosten-Beiträgen noch einen Zuschuss von 10 Mark pro Fahrt an den Fahrten-Schatzmeister zu leisten.

   Ehrenmitglieder können unter Zustimmung des Vorstandes in jedem Vereinsjahre eine Auffahrt auf Kosten des Vereines ausführen.

8. Die Anmeldungen der Mitglieder zu den nach 1) beabsichtigten 20 Vereinsfahrten haben bei dem unterzeichneten Vorsitzenden des Fahrten-Ausschusses und in dessen Behinderung bei dem Stellvertreter desselben zu erfolgen.

   Die Mitglieder haben ein Anrecht darauf, thunlichst in der Reihenfolge ihrer Anmeldungen und in der sich hieraus ergebenden Korbgemeinschaft zu der entsprechenden Auffahrt zugelassen zu werden.

   Diejenigen Mitglieder, welche in der angemeldeten Reihenfolge bei den 20 Vereinsfahrten des laufenden Jahres etwa nicht zur Mitfahrt kommen können, werden auf ihren Wunsch im folgenden Jahre in der Reihenfolge ihrer vorjährigen Anmeldungen vor den Neu-Anmeldungen zur Auffahrt zugelassen.

9. Treten einer festgesetzten Auffahrt Hindernisse in den Weg, welche in den Witterungsverhältnissen oder in der Beschaffenheit des Ballonmaterials ihren Grund haben, so erleiden die Rechte der Fahrt-Gemeinschaft nur eine zeitliche Verschiebung unter Wahrung der vorher festgestellten Reihenfolge. Kommt indess eine Auffahrt durch Schuld angemeldeter Theilnehmer nicht zu Stande und sind Ersatz-Theilnehmer nicht zu beschaffen, so sind die ersteren zur Zahlung der auf sie nach 4) entfallenden Fahrt-Kosten-Beiträge verpflichtet.

10. Der Vorsitzende des Fahrten-Ausschusses, oder in dessen Behinderung der Stellvertreter desselben, entscheiden über die Termine für die Fahrten und deren Vorbereitung. Die Entscheidung über die Ausführung einer Fahrt steht in letzter Linie dem Ballonführer zu. Das du jour habende Ausschuss-Mitglied oder der Ballonführer haben auf dem Ballonplatze alle vorbereitenden Anord-

nungen für die Abfahrt verantwortlich zu treffen, deren Weisungen unweigerlich Folge zu leisten ist. Ist der Ballon ordnungsmässig abgewogen, so übernimmt der Ballonführer das Commando über denselben.

11. Nach Abgabe des Commandos „Los“ durch den Ballonführer stehen die Theilnehmer an der Fahrt im strengsten Sinne unter dem Befehle des ersteren. Derselbe hat unter thunlichster Berücksichtigung der Wünsche der Mitfahrenden über die Höhe und Dauer der Fahrt, über Landung nach Ort und Zeit, sowie über alle ihm erforderlich scheinenden Massnahmen während und nach der Fahrt bis nach der Verpackung des Ballons endgültig zu entscheiden. Einwendungen oder Zuwiderhandlungen gegen die Anordnungen des du jour Habenden oder des Ballonführers führen zunächst zum Ausschluss von der beabsichtigten Fahrt und auf Grund eines gemeinsamen Beschlusses des engeren Vorstandes und Fahrten-Ausschusses zum Ausschluss aus dem Verein bei Verlust aller bisher eingezahlten Beträge.
12. **Weder der Verein noch dessen Organe, ebensowenig der Ballonführer, übernehmen eine weitere Verantwortung für etwaige Beschädigung der Mitfahrenden, als dieselbe der pflichtmässigen Berücksichtigung aller gebotenen Vorsichtsmassregeln entspricht.**
13. Der Ballonführer ist verpflichtet, eine gewisse näher zu bestimmende Reihe einfacher meteorologischer oder allgemein physikalischer Beobachtungen bei jeder Ballonfahrt auszuführen, wobei er sich von den Mitfahrenden soweit thunlich unterstützen lassen kann. Ausserdem ist ein Ballon-Tagebuch zu führen, in welches alle in irgend einer Beziehung interessant erscheinenden Einzelheiten, womöglich mit Zeichnungen versehen, einzutragen sind. Spätestens 8 Tage nach der Fahrt sind sämmtliche Aufzeichnungen im Original oder in sorgfältigen Copien an den Vereins-Vorsitzenden abzuliefern. Von photographischen Aufnahmen, welche durch den Ballonführer oder die Mitfahrenden gemacht werden, sind ebenfalls Copien zur Anlegung eines Vereins-Fahrten-Albums abzuliefern.
14. Von Instrumenten sind bei jeder Auffahrt mitzuführen: ein sorgfältig geprüftes Aneroïdbarometer, ein Barograph, ein einfaches Aspirationsthermometer und ein Compass; ausserdem die nöthigen Karten. Instrumente und Karten werden vom Vereine geliefert und müssen nach jeder Fahrt durch den Ballonführer an den Ballon-Aufseher abgeliefert werden.

    Für einen Verlust der Instrumente oder Karten wärend einer Ballonfahrt oder für eine durch schlechte Verpackung auf dem Rücktransport entstandene Beschädigung derselben hat der Ballonführer voll aufzukommen, falls nicht „höhere Gewalt“ den Grund hierfür abgegeben hat.

Deutscher Verein zur Förderung der Luftschiffahrt in Berlin.

Namens des Vorstandes:

Professor Dr. Assmann, I. Vorsitzender.
Berlin C., Oberwasserstr. 12, II. Telephon: Amt I, 4334, Meteorologisches Institut.

Namens des Fahrten-Ausschusses:

Hauptmann Gross, Vorsitzender des Fahrten-Ausschusses.
Schöneberg, Hauptstr. 138 II. Teleph.: Amt Schöneberg, No. 75, Luftschiffer-Abthl.
Hauptmann von Tschudi, Stellvertreter des Vorsitzenden des Fahrten-Ausschusses.
Berlin SW., Belle Alliancestr. 76. Tel.: Amt Schöneberg, No. 75, Luftschiffer-Abthl.
Otto Fiedler, Fahrten-Schatzmeister.
Steglitz, Rothenburgstr. 2. Telephon: Amt Steglitz, No. 14.

Deutscher Verein zur Förderung der Luftschiffahrt.

Unsere Mitglieder versammeln sich während der Wintermonate **an jedem Montag Abend von 8½ Uhr ab im Restaurant Frederich,** Potsdamerstr. 12 pt., Haupteingang geradeaus. Zahlreiche Betheiligung ist erwünscht.

Gäste sind stets willkommen.

Der Vorstand.

Aufforderung.

Die Unterzeichneten machen hierdurch bekannt, dass am 4. Juni cr. für Rechnung unseres Vereins bei der Wechselstube der Bank für Handel und Industrie, Berlin W., Schinkelplatz 1/2, eine Post-Anweisung mit 20 Mark Jahresbeitrag aus Berlin NW., ohne Bezeichnung des Absenders, einlief. Da es uns nicht möglich war, den unbekannten Herrn Absender in anderer Weise zu ermitteln, so bitten wir denselben auf diesem Wege, sich baldgefälligst bei dem mitunterzeichneten Otto Larass melden zu wollen.

Zugleich richten die Unterzeichneten im Interesse unseres Vereins und ganz besonders auch im Hinblick auf die weitere Durchführung der von unserem Verein unternommenen Ballonfahrten an unsere Herren Mitglieder — soweit solche noch mit ihren Beiträgen im Rückstande sind — die dringende Bitte, diese Beiträge möglichst umgehend für Rechnung unseres Vereins an

die Wechsel-Stube der Bank für Handel und Industrie
Berlin W., Schinkelplatz 1/2

gefälligst einsenden zu wollen.

Die Vereins-Schatzmeister:

Otto Larass,	**Otto Fiedler,**
Berlin W.	Steglitz.
Schinkelplatz 1/2.	Rothenburgstr. 2.

Redactionelles.

Das Inhaltsverzeichniss zum Jahrgange 1898 folgt mit dem 1. Hefte des neuen Jahrganges; den austretenden Mitgliedern und Abonnenten wird dasselbe selbstverständlich gleichfalls sofort nach Fertigstellung nachgeliefert werden.



1897. Januar.

Zeitschrift für Luftschiffahrt und Physik der Atmosphäre.

Herausgegeben von dem **Deutschen Vereine zur Förderung der Luftschiffahrt in Berlin** und dem **Wiener Flugtechnischen Vereine.**

Zugleich Organ des **Oberrheinischen Vereines für Luftschiffahrt in Strassburg.**

Redigirt von

A. BERSON.
Berlin.

XVI. Jahrgang. 1897.
Heft 1. Januar.

Preis für den Jahrgang von 12 Monats-Heften: 12 M., im Auslande (Weltpostverein) 13 M. 50 Pf.

Berlin.
MAYER & MÜLLER.
1897.

Redactions-Ausschuss.

Berlin: Dr. phil. Börnstein, Professor der Physik an der Landwirthschaftlichen Hochschule. — Dr. phil. K. Müllenhoff, Gymnasial-Professor.

Wien: Karl Milla, Wien 13/2, Winckelmannstr. 6. — Friedrich Ritter v. Lössl, Oberingenieur. — Josef Popper, Ingenieur. — Anton Schindler, k. u. k. Hauptmann. — Franz Hinterstoisser, k. u. k. Oberlieutenant.

Zuschriften für die Redaction sind zu richten an A. Berson in Berlin, W., Schinkelplatz 6.

Deutscher Verein zur Förderung der Luftschiffahrt:

Vorsitzender: **Professor Dr. phil. et med. Assmann**, Abtheilungsvorsteher im Königl. Meteorolog. Institut, Berlin W., Schinkelplatz 6.
Gross, Hauptmann und Kompagniechef in der Kgl. Luftschiffer-Abtheilung, Berlin-Schöneberg, Hauptstrasse 138.

Schriftführer: **Davids**, Premier-Lieutenant in der Kgl. Luftschiffer-Abtheilung.

Schatzmeister: **Dr. Lachmann**, Mitglied des Kgl. Meteorolog. Instituts, Berlin W., Schinkelplatz 6.

Bücherwart: **O. Baschin**, Assistent am Kgl. Meteorologischen Institut, Berlin W., Schinkelplatz 6.

Wiener Flugtechnischer Verein:

Obmann: **Friedrich Ritter von Stach**, k. k. Baurath, Wien, IX/3, Währingerstrasse 3.

1. Obmann-Stellvertreter: **Friedrich Ritter von Loessl**, Oberingenieur, Wien 18/1. Anastasius-Grüngasse 41.

2. Obmann-Stellvertreter: **Josef Trieb**, k. u. k. Hauptmann und Commandant der k. u. k. militär-aëronautischen Anstalt, Wien X. k. u. k. Arsenal.

Schriftführer: **Wilhelm Bosse**, Hôteldirector, Wien 7/2, Burggasse 2.
Karl Milla, Bürgerschullehrer, Wien 13/2, Winckelmannstr. 6.

Schatzmeister und Bücherwart: **Wilhelm Bosse**, Wien 7/2, Burggasse 2.

Oberrheinischer Verein für Luftschiffahrt:

1. Vorsitzender: **v. Pannewitz**, Major im General-Stabe 15. A. K.

2. Vorsitzender: Dr. phil. **Hergesell**, Vorstand des meteorologischen Landesinstituts von Elsass-Lothringen.

1. Schriftführer: **Moedebeck**, Hauptmann und Kompagniechef im Fuss-Artillerie-Regiment Nr. 10.

2. Schriftführer: **Baron**, Premier-Lieutenant im Infanterie-Regiment Nr. 132.

Schatzmeister: **Bauwerker**, Steuer-Inspector.

Bibliothekar: **Schering**, Seconde-Lieutenant und Adjutant im Infanterie-Regiment Nr. 143.

1897. Februar.

Zeitschrift
für
Luftschiffahrt
und
Physik der Atmosphäre.

Herausgegeben
von dem
Deutschen Vereine zur Förderung der Luftschiffahrt in Berlin
und dem
Wiener Flugtechnischen Vereine.
Zugleich Organ des
Oberrheinischen Vereines für Luftschiffahrt in Strassburg.
Redigirt
von
A. BERSON.
Berlin.

XVI. Jahrgang. 1897.
Heft 2. Februar.

Preis für den Jahrgang von 12 Monats-Heften: 12 M., im Auslande (Weltpostverein) 13 M. 50 Pf.

Berlin.
MAYER & MÜLLER.
1897.

1897. März.

Zeitschrift
für
Luftschiffahrt
und
Physik der Atmosphäre.

Herausgegeben
von dem
Deutschen Vereine zur Förderung der Luftschiffahrt in Berlin
und dem
Wiener Flugtechnischen Vereine.
Zugleich Organ des
Oberrheinischen Vereines für Luftschiffahrt in Strassburg.

Redigirt
von
A. BERSON.
Berlin.

XVI. Jahrgang. 1897.
Heft 3. März.

Preis für den Jahrgang von 12 Monats-Heften: 12 M., im Auslande (Weltpostverein) 13 M. 50 Pf.

Berlin.
MAYER & MÜLLER.
1897.



1897. April.

Zeitschrift
für
Luftschiffahrt
und
Physik der Atmosphäre.

Herausgegeben
von dem
Deutschen Vereine zur Förderung der Luftschiffahrt in Berlin
und dem
Wiener Flugtechnischen Vereine.
Zugleich Organ des
Oberrheinischen Vereines für Luftschiffahrt in Strassburg.

Redigirt
von
A. BERSON.
Berlin.

XVI. Jahrgang. 1897.
Heft 4. April.

Preis für den Jahrgang von 12 Monats-Heften: 12 M., im Auslande (Weltpostverein) 13 M. 50 Pf.

Berlin.
MAYER & MÜLLER.
1897.

Redactions-Ausschuss.

Berlin: Dr. phil. Börnstein, Professor der Physik an der Landwirthschaftlichen Hochschule. — Dr. phil. K. Müllenhoff, Gymnasial-Professor.

Wien: Karl Milla, Wien 13/2, Winckelmannstr. 6. — Friedrich Ritter v. Lössl, Oberingenieur. — Josef Popper, Ingenieur. — Anton Schindler, k. u. k. Hauptmann. — Franz Hinterstoisser, k. u. k. Oberlieutenant.

Zuschriften für die Redaction sind zu richten an A. Berson in Berlin, W., Schinkelplatz 6.

Deutscher Verein zur Förderung der Luftschiffahrt:

Vorsitzender: **Professor Dr. phil. et med. Assmann**, Abtheilungsvorsteher im Königl. Meteorolog. Institut, Berlin W., Schinkelplatz 6.
Gross, Hauptmann und Kompagniechef in der Kgl. Luftschiffer-Abtheilung, Berlin-Schöneberg, Hauptstrasse 138.

Schriftführer: **Davids**, Premier-Lieutenant in der Kgl. Luftschiffer-Abtheilung.

Schatzmeister: **Dr. Lachmann**, Mitglied des Kgl. Meteorolog. Instituts, Berlin W., Schinkelplatz 6.

Bücherwart: **O. Baschin**, Assistent am Kgl. Meteorologischen Institut, Berlin W., Schinkelplatz 6.

Wiener Flugtechnischer Verein:

Obmann: **Friedrich Ritter von Stach**, k. k. Baurath, Wien, IX/3, Währingerstrasse 3

1. Obmann-Stellvertreter: **Friedrich Ritter von Loessl**, Oberingenieur, Wien 18/1. Anastasius-Grüngasse 41.

2. Obmann-Stellvertreter: **Josef Trieb**, k. u. k. Hauptmann und Commandant der k. u. k. militär-aëronautischen Anstalt, Wien X. k. u. k. Arsenal.

Schriftführer: **Wilhelm Bosse**, Hôteldirector, Wien 7/2, Burggasse 2.
Karl Milla, Bürgerschullehrer, Wien 13/2, Winckelmannstr. 6..

Schatzmeister und Bücherwart: **Wilhelm Bosse**, Wien 7/2, Burggasse 2.

Oberrheinischer Verein für Luftschiffahrt:

1. Vorsitzender: **v. Pannewitz**, Major im General-Stabe 15. A. K.

2. Vorsitzender: Dr. phil. **Hergesell**, Vorstand des meteorologischen Landesinstituts von Elsass-Lothringen.

1. Schriftführer: **Moedebeck**, Hauptmann und Kompagniechef im Fuss-Artillerie-Regiment Nr. 10.

2. Schriftführer: **Baron**, Premier-Lieutenant im Infanterie-Regiment Nr. 132.

Schatzmeister: **Bauwerker**, Steuer-Inspector.

Bibliothekar: **Schering**, Seconde-Lieutenant und Adjutant im Infanterie-Regiment Nr. 143.

1897. Mai/Juni.

Zeitschrift für Luftschiffahrt und Physik der Atmosphäre.

Herausgegeben
von dem
Deutschen Vereine zur Förderung der Luftschiffahrt in Berlin
und dem
Wiener Flugtechnischen Vereine.
Zugleich Organ des
Oberrheinischen Vereines für Luftschiffahrt in Strassburg.
Redigirt
von

A. BERSON.
Berlin.

XVI. Jahrgang. 1897.
Heft 5/6. Mai/Juni.

Preis für den Jahrgang von 12 Monats-Heften: 12 M., im Auslande (Weltpostverein) 13M. 50 Pf.

Berlin.
MAYER & MÜLLER.
1897.

Redactions-Ausschuss.

Berlin: Dr. phil. Börnstein, Professor der Physik an der Landwirthschaftlichen Hochschule. — Dr. phil. K. Müllenhoff, Gymnasial-Professor.

Strassburg: H. Moedebeck, Hauptmann im Fuss-Artillerie-Regiment No. 10.

Wien: Karl Milla, Bürgerschullehrer, Wien 18/2, Winckelmannstr. 6. — Franz Hinterstoisser, k. u. k. Oberlieutenant. — Dr. Gustav Jäger, Universitäts-Professor. — Josef Popper, Ingenieur. — Josef Trieb, k. u. k. Hauptmann. — Adolf Victor Wähner, Privatbeamter.

Zuschriften für die Redaction sind zu richten an A. Berson in Berlin, W., Schinkelplatz 6.

Deutscher Verein zur Förderung der Luftschiffahrt:

Vorsitzender: **Professor Dr. phil. et med. Assmann**, Abtheilungsvorsteher im Königl. Meteorolog. Institut, Berlin W., Schinkelplatz 6.
Gross, Hauptmann und Kompagniechef in der Kgl. Luftschiffer-Abtheilung, Berlin-Schöneberg, Hauptstrasse 188.

I. Schriftführer: **Berson**, Assistent im Königl. Meteorolog. Institut, Berlin W., Schinkelplatz 6.

II. „ **Davids**, Premier-Lieutenant in der Kgl. Luftschiffer-Abtheilung.

I. Schatzmeister: **O. Larass**, Berlin W., Schinkelplatz 1/2.

II. „ **O. Fiedler**, Steglitz.

Bücherwart: **O. Baschin**, Assistent am Kgl. Meteorologischen Institut, Berlin W., Schinkelplatz 6.

Wiener Flugtechnischer Verein:

Obmann: **Friedrich Ritter von Stach**, k. k. Baurath, Wien, 9/8, Währingerstrasse 3.

1. Obmann-Stellvertreter: **Friedrich Ritter von Loessl**, Oberingenieur, Wien 18/1, Anastasius-Grüngasse 41.

2. Obmann-Stellvertreter: **Josef Trieb**, k. u. k. Hauptmann und Commandant der k. u. k. militär-aëronautischen Anstalt, Wien 10, k. u. k. Arsenal.

Schriftführer: **Karl Lorenz**, Ingenieur, Wien 18/1, Cottagegasse 28.
Adolf Victor Wähner, Privatbeamter, Wien 1/1, Bräunerstrasse 10.

Schatzmeister und Bücherwart: **Wilhelm Bosse**, Wien 7/2, Burggasse 2.

Oberrheinischer Verein für Luftschiffahrt:

1. Vorsitzender: **v. Pannewitz**, Major im General-Stabe 15. A. K.

2. Vorsitzender: Dr. phil. **Hergesell**, Vorstand des meteorologischen Landesinstituts von Elsass-Lothringen.

1. Schriftführer: **Moedebeck**, Hauptmann und Kompagniechef im Fuss-Artillerie-Regiment Nr. 10.

2. Schriftführer: **Baron**, Premier-Lieutenant im Infanterie-Regiment Nr. 132.

Schatzmeister: **Bauwerker**, Steuer-Inspector.

Bibliothekar: **Schering**, Seconde-Lieuten. u. Adjutant im Infanterie-Reg. Nr. 143.

1897. Juli/August.

Zeitschrift für Luftschiffahrt und Physik der Atmosphäre.

Herausgegeben
von dem
Deutschen Vereine zur Förderung der Luftschiffahrt in Berlin
und dem
Wiener Flugtechnischen Vereine.
Zugleich Organ des
Oberrheinischen Vereines für Luftschiffahrt in Strassburg.
Redigirt
von
A. BERSON.
Berlin.

XVI. Jahrgang. 1897.
Heft 7/8. Juli/August.

Preis für den Jahrgang von 12 Monats-Heften: 12 M., im Auslande (Weltpostverein) 13 M. 50 Pf.

Berlin.
MAYER & MÜLLER.
1897.

Deutscher Verein zur Förderung der Luftschiffahrt:

Vorsitzender: **Professor Dr. phil. et med. Assmann**, Abtheilungsvorsteher im Königl. Meteorolog. Institut, Berlin W., Schinkelplatz 6.
Gross, Hauptmann und Kompagniechef in der Kgl. Luftschiffer-Abtheilung, Berlin-Schöneberg, Hauptstrasse 138.

I. Schriftführer: **Berson**, Assistent im Königl. Meteorolog. Institut, Berlin W., Schinkelplatz 6.

II. „ **Davids**, Premier-Lieutenant in der Kgl. Luftschiffer-Abtheilung.

I. Schatzmeister: **O. Larass**, Berlin W., Schinkelplatz 1/2.

II. „ **O. Fiedler**, Steglitz.

Bücherwart: **O. Baschin**, Assistent am Kgl. Meteorologischen Institut, Berlin W., Schinkelplatz 6.

Wiener Flugtechnischer Verein:

Obmann: **Friedrich Ritter von Stach**, k. k. Baurath, Wien, 9/3, Währingerstrasse 3.

1. Obmann-Stellvertreter: **Friedrich Ritter von Loessl**, Oberingenieur, Wien 18/1, Anastasius-Grüngasse 41.

2. Obmann-Stellvertreter: **Josef Trieb**, k. u. k. Hauptmann und Commandant der k. u. k. militär-aëronautischen Anstalt, Wien 10, k. u. k. Arsenal.

Schriftführer: **Karl Lorenz**, Ingenieur, Wien 18/1, Cottagegasse 28.
Adolf Victor Wähner, Privatbeamter, Wien 1/1, Bräunerstrasse 10.

Schatzmeister und Bücherwart: **Wilhelm Bosse**, Wien 7/2, Burggasse 2.

Oberrheinischer Verein für Luftschiffahrt:

1. Vorsitzender: **v. Pannewitz**, Major im General-Stabe 15. A. K.

2. Vorsitzender: Dr. phil. **Hergesell**, Vorstand des meteorologischen Landesinstituts von Elsass-Lothringen.

1. Schriftführer: **Moedebeck**, Hauptmann und Kompagniechef im Fuss-Artillerie-Regiment Nr. 10.

2. Schriftführer: **Baron**, Premier-Lieutenant im Infanterie-Regiment Nr. 132.

Schatzmeister: **Bauwerker**, Steuer-Inspector.

Bibliothekar: **Schering**, Seconde-Lieuten. u. Adjutant im Infanterie-Reg. Nr. 143.

1897. September.

Zeitschrift für Luftschiffahrt und Physik der Atmosphäre.

Herausgegeben
von dem
Deutschen Vereine zur Förderung der Luftschiffahrt in Berlin
und dem
Wiener Flugtechnischen Vereine.
Zugleich Organ des
Oberrheinischen Vereines für Luftschiffahrt in Strassburg.
Redigirt
von
A. BERSON.
Berlin.

XVI. Jahrgang. 1897.
Heft 9. September.

Inhalt:

Preis für den Jahrgang von 12 Monats-Heften: 12 M., im Auslande (Weltpostverein) 13M. 50 Pf.

Berlin.
MAYER & MÜLLER.
1897.

Redactions-Ausschuss.

Berlin: Dr. phil. Börnstein, Professor der Physik an der Landwirthschaftlichen Hochschule. — Dr. phil. K. Müllenhoff, Gymnasial-Professor.

Strassburg: H. Moedebeck, Hauptmann im Fuss-Artillerie-Regiment No. 10.

Wien: Karl Milla, Bürgerschullehrer, Wien 18/2, Winckelmannstr. 6. — Franz Hinterstoisser, k. u. k. Oberlieutenant. — Dr. Gustav Jäger, Universitäts-Professor. — Josef Popper, Ingenieur. — Josef Trieb, k. u. k. Hauptmann. — Adolf Victor Wähner, Privatbeamter.

Zuschriften für die Redaction sind zu richten an A. Berson in Berlin, W., Schinkelplatz 6.

Deutscher Verein zur Förderung der Luftschiffahrt:

Vorsitzender: **Professor Dr. phil. et med. Assmann**, Abtheilungsvorsteher im Königl. Meteorolog. Institut, Berlin W., Schinkelplatz 6.
Gross, Hauptmann und Kompagniechet in der Kgl. Luftschiffer-Abtheilung, Berlin-Schöneberg, Hauptstrasse 188.

I. Schriftführer: **Berson**, Assistent im Königl. Meteorolog. Institut, Berlin W., Schinkelplatz 6.

II. „ **Davids**, Premier-Lieutenant in der Kgl. Luftschiffer-Abtheilung.

I. Schatzmeister: **O. Larass**, Berlin W., Schinkelplatz 1/2.

II. „ **O. Fiedler**, Steglitz.

Bücherwart: **O. Baschin**, Assistent am Kgl. Meteorologischen Institut, Berlin W., Schinkelplatz 6.

Wiener Flugtechnischer Verein:

Obmann: **Friedrich Ritter von Stach**, k. k. Baurath, Wien, 9/3, Währingerstrasse 3.

1. Obmann-Stellvertreter: **Friedrich Ritter von Loessl**, Oberingenieur, Wien 18/1, Anastasius-Grüngasse 41.

2. Obmann-Stellvertreter: **Josef Trieb**, k. u. k. Hauptmann und Commandant der k. u. k. militär-aëronautischen Anstalt, Wien 10, k. u. k. Arsenal.

Schriftführer: **Karl Lorenz**, Ingenieur, Wien 18/1, Cottagegasse 28.
Adolf Victor Wähner, Privatbeamter, Wien 1/1, Bräunerstrasse 10.

Schatzmeister und Bücherwart: **Wilhelm Bosse**, Wien 7/2, Burggasse 2.

Oberrheinischer Verein für Luftschiffahrt:

1. Vorsitzender: **v. Pannewitz**, Major im General-Stabe 15. A. K.

2. Vorsitzender: Dr. phil. **Hergesell**, Vorstand des meteorologischen Landesinstituts von Elsass-Lothringen.

1. Schriftführer: **Moedebeck**, Hauptmann und Kompagniechef im Fuss-Artillerie-Regiment Nr. 10.

2. Schriftführer: **Baron**, Premier-Lieutenant im Infanterie-Regiment Nr. 132.

Schatzmeister: **Bauwerker**, Steuer-Inspector.

Bibliothekar: **Schering**, Seconde-Lieuten. u. Adjutant im Infanterie-Reg. Nr. 143.

1897. October.

Zeitschrift für Luftschiffahrt und Physik der Atmosphäre.

Herausgegeben
von dem
Deutschen Vereine zur Förderung der Luftschiffahrt in Berlin
und dem
Wiener Flugtechnischen Vereine.
Zugleich Organ des
Oberrheinischen Vereines für Luftschiffahrt in Strassburg.

Redigirt
von
A. BERSON.
Berlin.

XVI. Jahrgang. 1897.
Heft 10. October.

Preis für den Jahrgang von 12 Monats-Heften: 12 M., im Auslande (Weltpostverein) 13M. 50 Pf.

Berlin.
MAYER & MÜLLER.
1897.

Redactions-Ausschuss.

Berlin: Dr. phil. Börnstein, Professor der Physik an der Landwirthschaftlichen Hochschule. — Dr. phil. K. Müllenhoff, Gymnasial-Professor.

Wien: Karl Milla, Wien 13/2, Winckelmannstr. 6. — Friedrich Ritter v. Lössl, Oberingenieur. — Josef Popper, Ingenieur. — Anton Schindler, k. u. k. Hauptmann. — Franz Hinterstoisser, k. u. k. Oberlieutenant.

Zuschriften für die Redaction sind zu richten an A. Berson in Berlin, W., Schinkelplatz 6.

Deutscher Verein zur Förderung der Luftschiffahrt:

Vorsitzender: **Professor Dr. phil. et med. Assmann**, Abtheilungsvorsteher im Königl. Meteorolog. Institut, Berlin W., Schinkelplatz 6.
Gross, Hauptmann und Kompagniechef in der Kgl. Luftschiffer-Abtheilung, Berlin-Schöneberg, Hauptstrasse 138.

Schriftführer: **Davids**, Premier-Lieutenant in der Kgl. Luftschiffer-Abtheilung.

Schatzmeister: **Dr. Lachmann**, Mitglied des Kgl. Meteorolog. Instituts, Berlin W., Schinkelplatz 6.

Bücherwart: **O. Baschin**, Assistent am Kgl. Meteorologischen Institut, Berlin W., Schinkelplatz 6.

Wiener Flugtechnischer Verein:

Obmann: **Friedrich Ritter von Stach**, k. k. Baurath, Wien, IX/3, Währingerstrasse 3

1. Obmann-Stellvertreter: **Friedrich Ritter von Loessl**, Oberingenieur, Wien 18/1. Anastasius-Grüngasse 41.

2. Obmann-Stellvertreter: **Josef Trieb**, k. u. k. Hauptmann und Commandant der k. u. k. militär-aëronautischen Anstalt, Wien X. k. u. k. Arsenal.

Schriftführer: **Wilhelm Bosse**, Hôteldirector, Wien 7/2, Burggasse 2.
Karl Milla, Bürgerschullehrer, Wien 13/2, Winckelmannstr. 6..

Schatzmeister und Bücherwart: **Wilhelm Bosse**, Wien 7/2, Burggasse 2.

Oberrheinischer Verein für Luftschiffahrt:

1. Vorsitzender: **v. Pannewitz**, Major im General-Stabe 15. A. K.

2. Vorsitzender: Dr. phil. **Hergesell**, Vorstand des meteorologischen Landesinstituts von Elsass-Lothringen.

1. Schriftführer: **Moedebeck**, Hauptmann und Kompagniechef im Fuss-Artillerie-Regiment Nr. 10.

2. Schriftführer: **Baron**, Premier-Lieutenant im Infanterie-Regiment Nr. 132.

Schatzmeister: **Bauwerker**, Steuer-Inspector.

Bibliothekar: **Schering**, Seconde-Lieutenant und Adjutant im Infanterie-Regiment Nr. 143.

1897. Juli/August.

Zeitschrift für Luftschiffahrt und Physik der Atmosphäre.

Herausgegeben von dem Deutschen Vereine zur Förderung der Luftschiffahrt in Berlin und dem Wiener Flugtechnischen Vereine.

Zugleich Organ des Oberrheinischen Vereines für Luftschiffahrt in Strassburg.

Redigirt von

A. BERSON.
Berlin.

XVI. Jahrgang. 1897.
Heft 7/8. Juli/August.

Preis für den Jahrgang von 12 Monats-Heften: 12 M., im Auslande (Weltpostverein) 13 M. 50 Pf.

Berlin.
MAYER & MÜLLER.
1897.

Redactions-Ausschuss.

Berlin: Dr. phil. Börnstein, Professor der Physik an der Landwirthschaftlichen Hochschule. — Dr. phil. K. Müllenhoff, Gymnasial-Professor.

Strassburg: H. Moedebeck, Hauptmann im Fuss-Artillerie-Regiment No. 10.

Wien: Karl Milla, Bürgerschullehrer, Wien 13/2, Winckelmannstr. 6. — Franz Hinterstoisser, k. u. k. Oberlieutenant. — Dr. Gustav Jäger, Universitäts-Professor. — Josef Popper, Ingenieur. — Josef Trieb, k. u. k. Hauptmann. — Adolf Victor Wähner, Privatbeamter.

Zuschriften für die Redaction sind zu richten an A. Berson in Berlin, W., Schinkelplatz 6.

Deutscher Verein zur Förderung der Luftschiffahrt:

Vorsitzender: **Professor Dr. phil. et med. Assmann**, Abtheilungsvorsteher im Königl. Meteorolog. Institut, Berlin W., Schinkelplatz 6.
Gross, Hauptmann und Kompagniechef in der Kgl. Luftschiffer-Abtheilung, Berlin-Schöneberg, Hauptstrasse 138.

I. Schriftführer: **Berson**, Assistent im Königl. Meteorolog. Institut, Berlin W., Schinkelplatz 6.

II. „ **Davids**, Premier-Lieutenant in der Kgl. Luftschiffer-Abtheilung.

I. Schatzmeister: **O. Larass**, Berlin W., Schinkelplatz 1/2.

II. „ **O. Fiedler**, Steglitz.

Bücherwart: **O. Baschin**, Assistent am Kgl. Meteorologischen Institut, Berlin W., Schinkelplatz 6.

Wiener Flugtechnischer Verein:

Obmann: **Friedrich Ritter von Stach**, k. k. Baurath, Wien, 9/3, Währingerstrasse 3.

1. Obmann-Stellvertreter: **Friedrich Ritter von Loessl**, Oberingenieur, Wien 18/1, Anastasius-Grüngasse 41.

2. Obmann-Stellvertreter: **Josef Trieb**, k. u. k. Hauptmann und Commandant der k. u. k. militär-aëronautischen Anstalt, Wien 10, k. u. k. Arsenal.

Schriftführer: **Karl Lorenz**, Ingenieur, Wien 18/1, Cottagegasse 28.
Adolf Victor Wähner, Privatbeamter, Wien 1/1, Bräunerstrasse 10.

Schatzmeister und Bücherwart: **Wilhelm Bosse**, Wien 7/2, Burggasse 2.

Oberrheinischer Verein für Luftschiffahrt:

1. Vorsitzender: **v. Pannewitz**, Major im General-Stabe 15. A. K.

2. Vorsitzender: Dr. phil. **Hergesell**, Vorstand des meteorologischen Landesinstituts von Elsass-Lothringen.

1. Schriftführer: **Moedebeck**, Hauptmann und Kompagniechef im Fuss-Artillerie-Regiment Nr. 10.

2. Schriftführer: **Baron**, Premier-Lieutenant im Infanterie-Regiment Nr. 132.

Schatzmeister: **Bauwerker**, Steuer-Inspector.

Bibliothekar: **Schering**, Seconde-Lieuten. u. Adjutant im Infanterie-Reg. Nr. 143.

1897. September.

Zeitschrift für Luftschiffahrt und Physik der Atmosphäre.

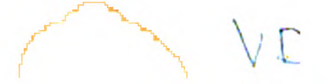
Herausgegeben
von dem
Deutschen Vereine zur Förderung der Luftschiffahrt in Berlin
und dem
Wiener Flugtechnischen Vereine.
Zugleich Organ des
Oberrheinischen Vereines für Luftschiffahrt in Strassburg.

Redigirt
von
A. BERSON.
Berlin.

XVI. Jahrgang. 1897.
Heft 9. September.

Preis für den Jahrgang von 12 Monats-Heften: 12 M., im Auslande (Weltpostverein) 13M. 50 Pf.

Berlin.
MAYER & MÜLLER.
1897.



1897. November.

Zeitschrift für Luftschiffahrt und Physik der Atmosphäre.

Herausgegeben
von dem
Deutschen Vereine zur Förderung der Luftschiffahrt in Berlin
und dem
Wiener Flugtechnischen Vereine.
Zugleich Organ des
Oberrheinischen Vereines für Luftschiffahrt in Strassburg.

Redigirt
von
A. BERSON.
Berlin.

XVI. Jahrgang. 1897.
Heft 11. November.

Preis für den Jahrgang von 12 Monats-Heften: 12 M., im Auslande (Weltpostverein) 13M. 50 Pf.

Berlin.
MAYER & MÜLLER.
1897.

Redactions-Ausschuss.

Berlin: Dr. phil. Börnstein, Professor der Physik an der Landwirthschaftlichen Hochschule. — Dr. phil. K. Müllenhoff, Gymnasial-Professor.

Strassburg: H. Moedebeck, Hauptmann im Fuss-Artillerie-Regiment No. 10.

Wien: Karl Milla, Bürgerschullehrer, Wien 13/2, Winckelmannstr. 6. — Franz Hinterstoisser, k. u. k. Oberlieutenant. — Dr. Gustav Jäger, Universitäts-Professor. — Josef Popper, Ingenieur. — Josef Trieb, k. u. k. Hauptmann. — Adolf Victor Wähner, Privatbeamter.

Zuschriften für die Redaction sind zu richten an A. Berson in Berlin, W., Schinkelplatz 6.

Deutscher Verein zur Förderung der Luftschiffahrt:

Vorsitzender: **Professor Dr. phil. et med. Assmann**, Abtheilungsvorsteher im Königl. Meteorolog. Institut, Berlin W., Schinkelplatz 6.
Gross, Hauptmann und Kompagniechef in der Kgl. Luftschiffer-Abtheilung, Berlin-Schöneberg, Hauptstrasse 138.

I. Schriftführer: **Berson**, Assistent im Königl. Meteorolog. Institut, Berlin W., Schinkelplatz 6.

II. „ **Davids**, Premier-Lieutenant in der Kgl. Luftschiffer-Abtheilung.

I. Schatzmeister: **O. Larass**, Berlin W., Schinkelplatz 1/2.

II. „ **O. Fiedler**, Steglitz.

Bücherwart: **O. Baschin**, Assistent am Kgl. Meteorologischen Institut, Berlin W., Schinkelplatz 6.

Wiener Flugtechnischer Verein:

Obmann: **Friedrich Ritter von Stach**, k. k. Baurath, Wien, 9/3, Währingerstrasse 3.

1. Obmann-Stellvertreter: **Friedrich Ritter von Loessl**, Oberingenieur, Wien 18/1, Anastasius-Grüngasse 41.

2. Obmann-Stellvertreter: **Josef Trieb**, k. u. k. Hauptmann und Commandant der k. u. k. militär-aëronautischen Anstalt, Wien 10, k. u. k. Arsenal.

Schriftführer: **Karl Lorenz**, Ingenieur, Wien 18/1, Cottagegasse 28.
Adolf Victor Wähner, Privatbeamter, Wien 1/1, Bräunerstrasse 10.

Schatzmeister und Bücherwart: **Wilhelm Bosse**, Wien 7/2, Burggasse 2.

Oberrheinischer Verein für Luftschiffahrt:

1. Vorsitzender: **v. Pannewitz**, Major im General-Stabe 15. A. K.

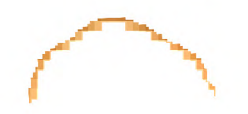
2. Vorsitzender: Dr. phil. **Hergesell**, Vorstand des meteorologischen Landesinstituts von Elsass-Lothringen.

1. Schriftführer: **Moedebeck**, Hauptmann und Kompagniechef im Fuss-Artillerie-Regiment Nr. 10.

2. Schriftführer: **Baron**, Premier-Lieutenant im Infanterie-Regiment Nr. 132.

Schatzmeister: **Bauwerker**, Steuer-Inspector.

Bibliothekar: **Schering**, Seconde-Lieuten. u. Adjutant im Infanterie-Reg. Nr. 143.



1897. December.

Zeitschrift für Luftschiffahrt und Physik der Atmosphäre.

Herausgegeben
von dem
Deutschen Vereine zur Förderung der Luftschiffahrt in Berlin
und dem
Wiener Flugtechnischen Vereine.
Zugleich Organ des
Oberrheinischen Vereines für Luftschiffahrt in Strassburg.

Redigirt
von
A. BERSON,
Berlin.

XVI. Jahrgang. 1897.
Heft 12. December.

Preis für den Jahrgang von 12 Monats-Heften: 12 M., im Auslande (Weltpostverein) 13M. 50 Pf.

Berlin.
MAYER & MÜLLER.
1897.

Redactions-Ausschuss.

Berlin: Dr. phil. Börnstein, Professor der Physik an der Landwirthschaftlichen Hochschule. — Dr. phil. K. Müllenhoff, Gymnasial-Professor.

Strassburg: H. Moedebeck, Hauptmann im Fuss-Artillerie-Regiment No. 10.

Wien: Karl Milla, Bürgerschullehrer, Wien 13/2, Winckelmannstr. 6. — Franz Hinterstoisser, k. u. k. Oberlieutenant. — Dr. Gustav Jäger, Universitäts-Professor. — Josef Popper, Ingenieur. — Josef Trieb, k. u. k. Hauptmann. — Adolf Victor Wähner, Privatbeamter.

Zuschriften für die Redaction sind zu richten an A. Berson in Berlin, W., Schinkelplatz 6.

Deutscher Verein zur Förderung der Luftschiffahrt:

Vorsitzender: **Professor Dr. phil. et med. Assmann**, Abtheilungsvorsteher im Königl. Meteorolog. Institut, Berlin W., Schinkelplatz 6.
Gross, Hauptmann und Kompagniechef in der Kgl. Luftschiffer-Abtheilung, Berlin-Schöneberg, Hauptstrasse 138.

I. Schriftführer: **Berson**, Assistent im Königl. Meteorolog. Institut, Berlin W., Schinkelplatz 6.

II. „ **Davids**, Premier-Lieutenant in der Kgl. Luftschiffer-Abtheilung.

I. Schatzmeister: **O. Larass**, Berlin W., Schinkelplatz 1/2.

II. „ **O. Fiedler**, Steglitz.

Bücherwart: **O. Baschin**, Assistent am Kgl. Meteorologischen Institut, Berlin W., Schinkelplatz 6.

Wiener Flugtechnischer Verein:

Obmann: **Friedrich Ritter von Stach**, k. k. Baurath, Wien, 9/3, Währingerstrasse 3.

1. Obmann-Stellvertreter: **Friedrich Ritter von Loessl**, Oberingenieur, Wien 18/1, Anastasius-Grüngasse 41.

2. Obmann-Stellvertreter: **Josef Trieb**, k. u. k. Hauptmann und Commandant der k. u. k. militär-aëronautischen Anstalt, Wien 10, k. u. k. Arsenal.

Schriftführer: **Karl Lorenz**, Ingenieur, Wien 18/1, Cottagegasse 28.
Adolf Victor Wähner, Privatbeamter, Wien 1/1, Bräunerstrasse 10.

Schatzmeister und Bücherwart: **Wilhelm Bosse**, Wien 7/2, Burggasse 2.

Oberrheinischer Verein für Luftschiffahrt:

1. Vorsitzender: **v. Pannewitz**, Major im General-Stabe 15. A. K.

2. Vorsitzender: Dr. phil. **Hergesell**, Vorstand des meteorologischen Landesinstituts von Elsass-Lothringen.

1. Schriftführer: **Moedebeck**, Hauptmann und Kompagniechef im Fuss-Artillerie-Regiment Nr. 10.

2. Schriftführer: **Baron**, Premier-Lieutenant im Infanterie-Regiment Nr. 132.

Schatzmeister: **Bauwerker**, Steuer-Inspector.

Bibliothekar: **Schering**, Seconde-Lieuten. u. Adjutant im Infanterie-Reg. Nr. 143.

1898. Januar.

Zeitschrift
für
Luftschiffahrt
und
Physik der Atmosphäre.

Herausgegeben
von dem
Deutschen Vereine zur Förderung der Luftschiffahrt in Berlin
und dem
Wiener Flugtechnischen Vereine.

Redigirt
von
A. BERSON.
Berlin.

XVII. Jahrgang. 1898.
Heft 1. Januar.

Preis für den Jahrgang von 12 Monats-Heften: 12 M., im Auslande (Weltpostverein) 13M. 50 Pf.

Berlin.
MAYER & MÜLLER.
1898.

Redactions-Ausschuss.

Berlin: Dr. phil. Börnstein, Professor der Physik an der Landwirthschaftlichen Hochschule. — Dr. phil. K. Müllenhoff, Gymnasial-Professor.

Strassburg: H. Moedebeck, Hauptmann im Fuss-Artillerie-Regiment No. 10.

Wien: Karl Milla, Bürgerschullehrer, Wien 13/2, Winckelmannstr. 6. — Franz Hinterstoisser, k. u. k. Oberlieutenant. — Dr. Gustav Jäger, Universitäts-Professor. — Josef Popper, Ingenieur. — Josef Trieb, k. u. k. Hauptmann. — Adolf Victor Wähner, Privatbeamter.

Zuschriften für die Redaction sind zu richten an A. Berson in Berlin, W., Schinkelplatz 6.

Deutscher Verein zur Förderung der Luftschiffahrt:

Vorsitzender: **Professor Dr. phil. et med. Assmann**, Abtheilungsvorsteher im Königl. Meteorolog. Institut, Berlin W., Schinkelplatz 6.
Gross, Hauptmann und Kompagniechef in der Kgl. Luftschiffer-Abtheilung, Berlin-Schöneberg, Hauptstrasse 188.

I. Schriftführer: **Berson**, Assistent im Königl. Meteorolog. Institut, Berlin W., Schinkelplatz 6.

II. „ **Davids**, Premier-Lieutenant in der Kgl. Luftschiffer-Abtheilung.

I. Schatzmeister: **O. Larass**, Berlin W., Schinkelplatz 1/2.

II. „ **O. Fiedler**, Steglitz.

Bücherwart: **O. Baschin**, Assistent am Kgl. Meteorologischen Institut, Berlin W., Schinkelplatz 6.

Wiener Flugtechnischer Verein:

Obmann: **Friedrich Ritter von Stach**, k. k. Baurath, Wien, 9/3, Währingerstrasse 3.

1. Obmann-Stellvertreter: **Friedrich Ritter von Loessl**, Oberingenieur, Wien 18/1, Anastasius-Grüngasse 41.

2. Obmann-Stellvertreter: **Josef Trieb**, k. u. k. Hauptmann und Commandant der k. u. k. militär-aëronautischen Anstalt, Wien 10, k. u. k. Arsenal.

Schriftführer: **Karl Lorenz**, Ingenieur, Wien 18/1, Cottagegasse 28.
Adolf Victor Wähner, Privatbeamter, Wien 1/1, Bräunerstrasse 10.

Schatzmeister und Bücherwart: **Wilhelm Bosse**, Wien 7/2, Burggasse 2.

Oberrheinischer Verein für Luftschiffahrt:

1. Vorsitzender: **v. Pannewitz**, Major im General-Stabe 15. A. K.

2. Vorsitzender: Dr. phil. **Hergesell**, Vorstand des meteorologischen Landesinstituts von Elsass-Lothringen.

1. Schriftführer: **Moedebeck**, Hauptmann und Kompagniechef im Fuss-Artillerie-Regiment Nr. 10.

2. Schriftführer: **Baron**, Premier-Lieutenant im Infanterie-Regiment Nr. 132.

Schatzmeister: **Bauwerker**, Steuer-Inspector.

Bibliothekar: **Schering**, Seconde-Lieuten. u. Adjutant im Infanterie-Reg. Nr. 143.

1898. Januar.

Zeitschrift für Luftschiffahrt und Physik der Atmosphäre.

Herausgegeben
von dem
Deutschen Vereine zur Förderung der Luftschiffahrt in Berlin
und dem
Wiener Flugtechnischen Vereine.

Redigirt
von
A. BERSON.
Berlin.

XVII. Jahrgang. 1898.
Heft 1. Januar.

Preis für den Jahrgang von 12 Monats-Heften: 12 M., im Auslande (Weltpostverein) 13M. 50 Pf.

Berlin.
MAYER & MÜLLER.
1898.

Redactions-Ausschuss.

Berlin: Dr. phil. Börnstein, Professor der Physik an der Landwirthschaftlichen Hochschule. — Dr. phil. K. Müllenhoff, Gymnasial-Professor.

Strassburg: H. Moedebeck, Hauptmann im Fuss-Artillerie-Regiment No. 10.

Wien: Karl Milla, Bürgerschullehrer, Wien 6/1, Esterhazygasse 12. — Franz Hinterstoisser, k. u. k. Oberlieutenant und Commandant der k. u. k. militär-aëronautischen Anstalt. — Dr. Gustav Jäger, Universitäts-Professor. — Josef Popper, Ingenieur. — Josef Trieb, k. u. k. Hauptmann. — Adolf Victor Wähner, Privatbeamter.

Zuschriften für die Redaction sind zu richten an A. Berson in Berlin, W., Schinkelplatz 6.

Deutscher Verein zur Förderung der Luftschiffahrt:

I. Vorsitzender: **Professor Dr. phil. et med. Assmann**, Abtheilungsvorsteher im Königl. Meteorolog. Institut, Berlin W., Schinkelplatz 6.

II. „ **Gross**, Hauptmann und Lehrer in der Kgl. Luftschiffer-Abtheilung, Berlin-Schöneberg, Hauptstrasse 138.

I. Schriftführer: **Berson**, Assistent im Königl. Meteorolog. Institut, Berlin W., Schinkelplatz 6.

II. „ **v. Kleist**, Seconde-Lieutenant in der Kgl. Luftschiffer-Abtheilung, Berlin-Schöneberg.

I. Schatzmeister: **O. Larass**, Berlin W., Schinkelplatz 1/2.

II. „ **O. Fiedler**, Steglitz.

Bücherwart: **O. Baschin**, Assistent am Kgl. Meteorologischen Institut, Berlin W., Schinkelplatz 6.

Wiener Flugtechnischer Verein:

Obmann: **Friedrich Ritter von Stach**, k. k. Baurath, Wien, 9/3, Währingerstrasse 3.

1. Obmann-Stellvertreter: **Friedrich Ritter von Loessl**, Oberingenieur, Wien 18/1, Anastasius-Grüngasse 41.

2. Obmann-Stellvertreter: vacat.

Schriftführer: **Karl Lorenz**, Ingenieur, Wien 18/1, Cottagegasse 28.
Adolf Victor Wähner, Privatbeamter, Wien 1/1, Bräunerstrasse 10.

Schatzmeister und Bücherwart: **Wilhelm Bosse**, Wien 7/2, Burggasse 2.

1898. Februar.

Zeitschrift
für
Luftschiffahrt
und
Physik der Atmosphäre.

Herausgegeben
von dem
Deutschen Vereine zur Förderung der Luftschiffahrt in Berlin
und dem
Wiener Flugtechnischen Vereine.
Redigirt
von
A. BERSON.
Berlin.

XVII. Jahrgang. 1898.
Heft 2. Februar.

Preis für den Jahrgang von 12 Monats-Heften: 12 M., im Auslande (Weltpostverein) 13M. 50 Pf.

Berlin.
MAYER & MÜLLER.
1898.

1898. März.

Zeitschrift für Luftschiffahrt und Physik der Atmosphäre.

Herausgegeben von dem Deutschen Vereine zur Förderung der Luftschiffahrt in Berlin und dem Wiener Flugtechnischen Vereine.

Redigirt von A. BERSON. Berlin.

XVII. Jahrgang. 1898.
Heft 3. März.

Preis für den Jahrgang von 12 Monats-Heften: 12 M., im Auslande (Weltpostverein) 13 M. 50 Pf.

Berlin.
MAYER & MÜLLER.
1898.



1898. April/Mai.

Zeitschrift für Luftschiffahrt und Physik der Atmosphäre.

Herausgegeben
von dem
Deutschen Vereine zur Förderung der Luftschiffahrt in Berlin
und dem
Wiener Flugtechnischen Vereine.
Redigirt
von

A. BERSON.
Berlin.

XVII. Jahrgang. 1898.
Heft 4/5. April/Mai.

Preis für den Jahrgang von 12 Monats-Heften: 12 M., im Auslande (Weltpostverein) 13 M. 50 Pf.

Berlin.
MAYER & MÜLLER.
1898.

Redactions-Ausschuss.

Berlin: Dr. phil. Börnstein, Professor der Physik an der Landwirthschaftlichen Hochschule. — Dr. phil. K. Müllenhoff, Gymnasial-Professor.

Strassburg: H. Moedebeck, Hauptmann im Fuss-Artillerie-Regiment No. 10.

Wien: Karl Milla, Bürgerschullehrer, Wien 6/1, Esterhazygasse 12. — Franz Hinterstoisser, k. u. k. Oberlieutenant und Commandant der k. u. k. militär-aëronautischen Anstalt. — Dr. Gustav Jäger, Universitäts-Professor. — Josef Popper, Ingenieur. — Josef Trieb, k. u. k. Hauptmann. — Adolf Victor Wähner, Privatbeamter.

Zuschriften für die Redaction sind zu richten an A. Berson in Berlin, W., Schinkelplatz 6.

Deutscher Verein zur Förderung der Luftschiffahrt:

I. Vorsitzender: **Professor Dr. phil. et med. Assmann**, Abtheilungsvorsteher im Königl. Meteorolog. Institut, Berlin W., Schinkelplatz 6.

II. „ **Gross**, Hauptmann und Lehrer in der Kgl. Luftschiffer-Abtheilung, Berlin-Schöneberg, Hauptstrasse 188.

I. Schriftführer: **Berson**, Assistent im Königl. Meteorolog. Institut, Berlin W., Schinkelplatz 6.

II. „ **v. Kleist**, Seconde-Lieutenant in der Kgl. Luftschiffer-Abtheilung, Berlin-Schöneberg.

I. Schatzmeister: **O. Larass**, Berlin W., Schinkelplatz 1/2.

II. „ **O. Fiedler**, Steglitz.

Bücherwart: **O. Baschin**, Assistent am Kgl. Meteorologischen Institut, Berlin W., Schinkelplatz 6.

Wiener Flugtechnischer Verein:

Obmann: **Friedrich Ritter von Stach**, k. k. Baurath, Wien, 9/3, Währingerstrasse 3.

1. Obmann-Stellvertreter: **Friedrich Ritter von Loessl**, Oberingenieur, Wien 18/1, Anastasius-Grüngasse 41.

2. Obmann-Stellvertreter: vacat.

Schriftführer: **Karl Lorenz**, Ingenieur, Wien 18/1, Cottagegasse 28.
Adolf Victor Wähner, Privatbeamter, Wien 1/1, Bräunerstrasse 10.

Schatzmeister und Bücherwart: **Wilhelm Bosse**, Wien 7/2, Burggasse 2.

1898. Juni/Juli.

Zeitschrift für Luftschiffahrt und Physik der Atmosphäre.

Herausgegeben
von dem
Deutschen Vereine zur Förderung der Luftschiffahrt in Berlin
und dem
Wiener Flugtechnischen Vereine.

Redigirt
von
A. BERSON.
Berlin.

XVII. Jahrgang. 1898.
Heft 6/7. Juni/Juli.

Preis für den Jahrgang von 12 Monats-Heften: 12 M., im Auslande (Weltpostverein) 13 M. 50 Pf.

Berlin.
MAYER & MÜLLER.
1898.

Redactions-Ausschuss.

Berlin: Dr. phil. Börnstein, Professor der Physik an der Landwirthschaftlichen Hocl schule. — Dr. phil. K. Müllenhoff, Gymnasial-Professor.

Strassburg: H. Moedebeck, Hauptmann im Fuss-Artillerie-Regiment No. 10.

Wien: Karl Milla, Bürgerschullehrer, Wien, VI/1, Esterhazygasse 12. — Frar Hinterstoisser, k. u. k. Oberlieutenant und Commandant der k. u. k. militä aëronautischen Anstalt. — Dr. Gustav Jäger, Universitäts-Professor. — Jos Popper, Ingenieur. — Josef Trieb, k. u. k. Hauptmann. — Adolf Victc Wähner, Privatbeamter.

Zuschriften für die Redaction sind zu richten an A. Berson in Berlin, W., Schinkelplatz 6.

Deutscher Verein zur Förderung der Luftschiffahrt

I. Vorsitzender: **Professor Dr. phil. et med. Assmann**, Abtheilungsvorsteher i Königl. Meteorolog. Institut, Berlin W., Schinkelplatz 6.

II. „ **Gross**, Hauptmann und Lehrer in der Kgl. Luftschiffer-Abthe lung, Berlin-Schöneberg, Hauptstrasse 138.

I. Schriftführer: **Berson**, Assistent im Königl. Meteorolog. Institut, Berlin V Schinkelplatz 6.

II. „ **v. Kleist**, Seconde-Lieutenant in der Kgl. Luftschiffer-Abtheilun Berlin-Schöneberg.

I. Schatzmeister: **O. Larass**, Berlin W., Schinkelplatz 1/2.

II. „ **O. Fiedler**, Steglitz.

Bücherwart: **O. Baschin**, Assistent am Kgl. Meteorologischen Institut, Berlin V Schinkelplatz 6.

Wiener Flugtechnischer Verein:

Obmann: **Friedrich Ritter von Stach**, k. k. Baurath, Wien, IX/3, Währingerstrasse

1. Obmann-Stellvertreter: **Friedrich Ritter von Loessl**, Oberingenieur, Wien, XVIII Anastasius-Grüngasse 41.

2. Obmann-Stellvertreter: vacat.

Schriftführer: **Adolf Victor Wähner**, Privatbeamter, Wien, I/1, Bräunerstrasse 10

Schatzmeister: **Hugo L. Nikel**, technischer Assistent im k. u. k. militär-geogr. I stitut, Wien, VIII/1, Landesgerichtsstrasse 7.

Bücherwart: **Wilhelm Kress**, Wien, IV/1, Waaggasse 13.

1898. August.

Zeitschrift
für
Luftschiffahrt
und
Physik der Atmosphäre.

Herausgegeben
von dem
Deutschen Vereine zur Förderung der Luftschiffahrt in Berlin
und dem
Wiener Flugtechnischen Vereine.

Redigirt
von
A. BERSON.
Berlin.

XVII. Jahrgang. 1898.
Heft 8. August.

Preis für den Jahrgang von 12 Monats-Heften: 12 M., im Auslande (Weltpostverein) 13 M. 50 Pf.

Berlin.
MAYER & MÜLLER.
1898.

Redactions-Ausschuss.

Berlin: Dr. phil. Börnstein, Professor der Physik an der Landwirthschaftlichen Hochschule. — Dr. phil. K. Müllenhoff, Gymnasial-Professor.

Strassburg: H. Moedebeck, Hauptmann im Fuss-Artillerie-Regiment No. 10.

Wien: Karl Milla, Bürgerschullehrer, Wien, VI/1, Esterhazygasse 12. — Franz Hinterstoisser, k. u. k. Oberlieutenant und Commandant der k. u. k. militär-aëronautischen Anstalt. — Dr. Gustav Jäger, Universitäts-Professor. — Josef Popper, Ingenieur. — Josef Trieb, k. u. k. Hauptmann. — Adolf Victor Wähner, Privatbeamter.

Zuschriften für die Redaction sind zu richten an A. Berson in Berlin, W., Schinkelplatz 6.

Deutscher Verein zur Förderung der Luftschiffahrt:

I. Vorsitzender: **Professor Dr. phil. et med. Assmann**, Abtheilungsvorsteher im Königl. Meteorolog. Institut, Berlin W., Schinkelplatz 6.

II. „ **Gross**, Hauptmann und Lehrer in der Kgl. Luftschiffer-Abtheilung, Berlin-Schöneberg, Hauptstrasse 138.

I. Schriftführer: **Berson**, Assistent im Königl. Meteorolog. Institut, Berlin W., Schinkelplatz 6.

II. „ **v. Kleist**, Seconde-Lieutenant in der Kgl. Luftschiffer-Abtheilung, Berlin-Schöneberg.

I. Schatzmeister: **O. Larass**, Berlin W., Schinkelplatz 1/2.

II. „ **O. Fiedler**, Steglitz.

Bücherwart: **O. Baschin**, Assistent am Kgl. Meteorologischen Institut, Berlin W., Schinkelplatz 6.

Wiener Flugtechnischer Verein:

Obmann: **Friedrich Ritter von Stach**, k. k. Baurath, Wien, IX/3, Währingerstrasse 3.

1. Obmann-Stellvertreter: **Friedrich Ritter von Loessl**, Oberingenieur, Wien, XVIII/1, Anastasius-Grüngasse 41.

2. Obmann-Stellvertreter: vacat.

Schriftführer: **Adolf Victor Wähner**, Privatbeamter, Wien, I/1, Bräunerstrasse 10.

Schatzmeister: **Hugo L. Nikel**, technischer Assistent im k. u. k. militär-geogr. Institut, Wien, VIII/1, Landesgerichtsstrasse 7.

Bücherwart: **Wilhelm Kress**, Wien, IV/1, Waaggasse 13.

1898. September/October.

Zeitschrift für Luftschiffahrt und Physik der Atmosphäre.

Herausgegeben von dem

Deutschen Vereine zur Förderung der Luftschiffahrt in Berlin

und dem

Wiener Flugtechnischen Vereine.

Redigirt von

A. BERSON.

Berlin.

XVII. Jahrgang. 1898.
Heft 9/10. September/October.

Preis für den Jahrgang von 12 Monats-Heften: 12 M., im Auslande (Weltpostverein) 13 M. 50 Pf.

Berlin.
MAYER & MÜLLER.
1898.

Deutscher Verein zur Förderung der Luftschiffahrt:

I. Vorsitzender: **Professor Dr. phil. et med. Assmann**, Abtheilungsvorsteher im Königl. Meteorolog. Institut, Berlin W., Schinkelplatz 6.

II. „ **Gross**, Hauptmann und Lehrer in der Kgl. Luftschiffer-Abtheilung, Berlin-Schöneberg, Hauptstrasse 138.

I. Schriftführer: **Berson**, Assistent im Königl. Meteorolog. Institut, Berlin W., Schinkelplatz 6.

II. „ **v. Kleist**, Seconde-Lieutenant in der Kgl. Luftschiffer-Abtheilung, Berlin-Schöneberg.

I. Schatzmeister: **O. Larass**, Berlin W., Schinkelplatz 1/2.

II. „ **O. Fiedler**, Steglitz.

Bücherwart: **O. Baschin**, Assistent am Kgl. Meteorologischen Institut, Berlin W., Schinkelplatz 6.

Wiener Flugtechnischer Verein:

Obmann: **Friedrich Ritter von Stach**, k. k. Baurath, Wien, IX/3, Währingerstrasse 3.

1. Obmann-Stellvertreter: **Friedrich Ritter von Loessl**, Oberingenieur, Wien, XVIII/1, Anastasius-Grüngasse 41.

2. Obmann-Stellvertreter: **Franz Hinterstoisser**, k. u. k. Oberlieutenant, Commandant der militär-aëronautischen Anstalt, Wien X, k. u. k. Arsenal.

Schriftführer: **Adolf Victor Wähner**, Privatbeamter, Wien, I/1, Bräunerstrasse 10.

Schatzmeister: **Hugo L. Nikel**, technischer Assistent im k. u. k. militär-geogr. Institut, Wien, VIII/1, Landesgerichtsstrasse 7.

Bücherwart: **Wilhelm Kress**, Wien, IV/1, Waaggasse 13.

1898. November/December.

Zeitschrift für Luftschiffahrt und Physik der Atmosphäre.

Herausgegeben von dem
Deutschen Vereine zur Förderung der Luftschiffahrt in Berlin
und dem
Wiener Flugtechnischen Vereine.

Redigirt von
A. BERSON.
Berlin.

XVII. Jahrgang. 1898.
Heft 11/12. November/December.

Preis für den Jahrgang von 12 Monats-Heften: 12 M., im Auslande (Weltpostverein) 13 M. 50 Pf.

Berlin.
MAYER & MÜLLER.
1898.

Redactions-Ausschuss.

Berlin: Dr. phil. Börnstein, Professor der Physik an der Landwirthschaftlichen Hochschule. — Dr. phil. K. Müllenhoff, Gymnasial-Professor.

Strassburg: H. Moedebeck, Hauptmann im Fuss-Artillerie-Regiment No. 10.

Wien: Karl Milla, Bürgerschullehrer, Wien, VI/1, Esterhazygasse 12. — Franz Hinterstoisser, k. u. k. Oberlieutenant und Commandant der k. u. k. militär-aëronautischen Anstalt. — Dr. Gustav Jäger, Universitäts-Professor. — Josef Popper, Ingenieur. — Josef Trieb, k. u. k. Hauptmann. — Adolf Victor Wähner, Privatbeamter.

Zuschriften für die Redaction sind zu richten an A. Berson in Berlin, W., Schinkelplatz 6.

Deutscher Verein zur Förderung der Luftschiffahrt:

I. Vorsitzender: **Professor Dr. phil. et med. Assmann**, Abtheilungsvorsteher im Königl. Meteorolog. Institut, Berlin W., Schinkelplatz 6.

II. „ **Gross**, Hauptmann und Lehrer in der Kgl. Luftschiffer-Abtheilung, Berlin-Schöneberg, Hauptstrasse 188.

I. Schriftführer: **Berson**, Assistent im Königl. Meteorolog. Institut, Berlin W., Schinkelplatz 6.

II. „ **v. Kleist**, Seconde-Lieutenant in der Kgl. Luftschiffer-Abtheilung, Berlin-Schöneberg.

I. Schatzmeister: **O. Larass**, Berlin W., Schinkelplatz 1/2.

II. „ **O. Fiedler**, Steglitz.

Bücherwart: **O. Baschin**, Assistent am Kgl. Meteorologischen Institut, Berlin W., Schinkelplatz 6.

Wiener Flugtechnischer Verein:

Obmann: **Friedrich Ritter von Stach**, k. k. Baurath, Wien, IX/3, Währingerstrasse 3.

1. Obmann-Stellvertreter: **Friedrich Ritter von Loessl**, Oberingenieur, Wien, XVIII/1, Anastasius-Grüngasse 41.

2. Obmann-Stellvertreter: **Franz Hinterstoisser**, k. u. k. Oberlieutenant, Commandant der militär-aëronautischen Anstalt, Wien X, k. u. k. Arsenal.

Schriftführer: **Adolf Victor Wähner**, Privatbeamter, Wien, I/1, Bräunerstrasse 10.

Schatzmeister: **Hugo L. Nikel**, technischer Assistent im k. u. k. militär-geogr. Institut, Wien, VIII/1, Landesgerichtsstrasse 7.

Bücherwart: **Wilhelm Kress**, Wien, IV/1, Waaggasse 13.



